Populäre Elektronik

5

Mai/Juni 1977

Bootstrapping S46/70

DM 3,–
öS 25,– sfr 3,50 lfr 50,–

In dieser Ausgabe:

- Tremolo
- Minimix
- Puffi

Katalog '77
Ein starkes Programm u. viele Praktische Tips
DM 3,50 + Versandgeb.

Oppermann-vgs-Bausatzkatalog
DM 1,95 + Versandgeb.

Kleingehäuse
Zweiteilige Gehäuse aus Kunststoff in 3 Größen. Boden dunkelgrau, Haube hellgrau. Montage von Leiterplatten möglich durch Gewinde im Gehäuse. Europakarte 100 x 160 mm paßt in ET 4.

ET 2: 120 × 65 × 40 mm . . . . . DM 6,85
ET 3: 150 × 80 × 50 mm . . . . . DM 7,70
ET 4: 188 × 100 × 60 mm . . . . . DM 11,25

OPEET-Kleinteile Magazine
Mini-Magazine aus glasklarem Plastik. Die Elemente sind voll aufeinander abgestimmt. Dadurch können beliebig große Magazine in jeder erforderlichen Zusammenstellung zusammen gefügt werden. Die Magazine können dadurch „wachsen", indem jederzeit weitere Elemente hinzugefügt werden können.
Geeignet für Hobby-, Werkstatten u. Betriebe.

Typ	Breite	Höhe	Tiefe	1 St. DM	10 St. DM
KZM 1	55×	23×	70	0,75	6,00
KZM 2	55×	35×	70	0,95	7,60
KZM 3	110×	35×	70	1,20	9,60

Der 20-W-Edwin-Verstärker. Der beliebte und unproblematische Leistungsverstärker mit folgenden ausgezeichnete Daten:
Lautsprecherimpedanz 4 bis 8 Ohm, 20 W an 4 Ohm (Sinus). Eingangsempfindlichkeit 300 mVeff. Klangeinstellbereich in den Höhen und Tiefen + 18 dB. Klirrfaktor bei Vollaussteuerung und 1 kHz 0,5%. Frequenzbereich linear zwischen 20 Hz und 20 kHz. Eingangsimpedanz 400 kOhm. Bausatz komplett, einschließlich Pots

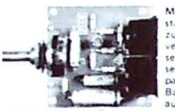
Baus. Mono B 58 . . . . . nur DM 29,80
Baus. Stereo B 59 . . . . . nur DM 59,60

Netzteil für 20-W-Edwin-Verstärker, bestehend aus Trafo, Platine, Gleichrichter, 2 Elkos.
Bestell-Nr. B 60 . . . . . nur DM 29,50
Dieses Netzteil reicht für 2 Endstufen aus (Stereo!).

40-W-Endstufe nach dem Edwinprinzip, kein Ruhestrom (und damit auch keine Einstellung des Ruhestromes), problemloser Nachbau.
Technische Daten:
Ausgangsleistung 45 W an 4 Ohm, bei Nennleistung und 1 kHz k = 1%, Klirrfaktor kgs bei 30 W 0,1%, Frequenzbereich 25 Hz 1,2 MHz (-3 dB), Leistungsbandbreite mind. 100 kHz, Eingangsspannung für 40 W 1 V effektiv an 45 kOhm, Storabstand, Eingang offen 73 dB, kurzgeschlossen 93 dB, Signal-Rauschverhältnis, Eingang offen 95 dB, kurzgeschlossen mind. 105 dB. Der Ausgang des Verstärkers ist dauerkurzschlußfest! Betriebsspg. 42 V, Stromaufnahme bei Vollaussteuerung ca. 2 A.
Bestell-Nr B 16
1 Stück . . . . . DM 39,80
2 Stück . . . . . DM 77,00

Hochwertiger Stereo-Vorverstärker für praktisch alle Leistungsendstufen, 4 umschaltbare Eingänge (Vorverstärker für magn. Tonabnehmer, Tonband, Tuner, frei), Ausgangsspannung max. 2 V. Platine für Stereobetrieb, alle Bauelemente einschließlich Pots und Drucktasten werden auf der Platine angebracht.
Der Verstärker enthält folgende Baustufen: Vorverstärker für magn. Abnehmer, Linearverstärker, aktiver Klangeinsteller, Balancestufen, Betriebsspannung 25 . . . 42 V.
Bestell-Nr. B 17 . . . . . DM 59,85

Stereo-Klangfilterplatine, kann zwischen Vorverstärker und Endstufe geschaltet werden, mit Tastenschaltern für Rauschen, Rumpeln, Sprache, Bassbreite, Pots für Basisbreitenregelung, Kopfhörerausgang.
Bestell-Nr. B 21 . . . . . DM 34,50



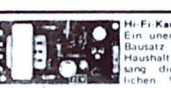
Mikrofonverstärker, leicht zu bauen, universell einzusetzen wegen seiner Kompaktheit; alle Bauteile sind auf der Platine untergebracht. Pots zur Lautstärkeregelung und auch die beiden Diodenbuchsen für Eingang und Ausgang (Printausführung). Verstärkung 42 dB (126 fach), maximaler Ausgangspegel + 5 dB (1,4 Veff), deshalb ergibt sich eine große Übersteuersicherheit. Rauschabstand wesentlich großer als 70 dB, Bandbreite 4 Hz bis 40 kHz (+ 1,5 dB) und 4 Hz bis 8 kHz (+ 3 dB). Bausatz komplett einschließl. samtl. Einzelteile.
Bestell-Nr. B 115 (Mono) . . . . . DM 9,50

Der Clou: Lernen Sie die Welt der Elektronik kennen oder erweitern sie Ihre Kenntnisse! Die Bücher des VGS-Verlages: „Einführung in die Elektronik" (DM 29,80) u. „Experimente Elektronik" (DM 34,-) (Herausgeber beider Bücher der aus dem Fernsehen bekannte Jean Putz) und unsere dazu erstellten Bausätze wollen Ihnen dabei helfen.

Elektronische Sirene umschaltbar zwischen Hell- und Sirene, ähnlich amerikanischer Polizeisirene) und einem geschalteten Doppelton. Sehr lautstark. Mit Lautsprecher! Arbeitet mit 9 V (2 Flachbatterien in Reihe).
Bestell-Nr. B 1002 . . . . . DM 18,50
passendes Gehäuse ET 3 . . . . . DM 7,70

Kojak-Sirene B 122 (Amerikanische Polizeisirene). Mit diesem Bausatz wird durch 2 sich gegenseitig steuernde Multivibratoren (die 4 Gatter des IC) ein auf und abschwellender Ton erzeugt, der nach der Verstärkung durch die beiden Transistoren T1 und T2 einen markerschütternden Heulton an einen Lautsprecher abgeben kann. Noch durchdringender wird das Geheul, wenn man einen Druckkammerlautsprecher verwendet.
Achtung: Im Auto darf das Gerät nicht verwendet werden, weil die Polizei dann blaß vor Neid wird.
Eine hiermit ausgerüstete Alarmanlage schlägt garantiert jeden ungebetenen Eindringling in die Flucht!
Betriebsspannung 12 V, Stromaufnahme ca. 1 A (bei Verwendung eines 4-Ohm-Lautsprechers). Platinengröße 85 × 58 mm. Bausatz wird mit Lautsprecher geliefert.
Diese Bausatz paßt in das Gehäuse ET 2.
Bestell Nr. B 122 . . . . . DM 16,50

Metallsuchgerät. Ideal für den Heimwerker zum Aufsuchen von Elektro-, Gas- und Wasserleitungen. Reichweite mind. 10 cm (auch tiefer liegende Leitungen werden angezeigt). Für Ehefrauen: Sogar versteckter Hartgeld kann gefunden werden. Empfindlichkeit einstellbar. Eine Leuchtdiode beginnt bei Annäherung zu blinken und leuchtet dann dauernd.
Betrieb mit 9-V-Minibatterie für viele Stunden möglich. Platine nur 70 × 45 mm groß. Unser Preisschlager. Bausatz (komplett mit allen Einzelteilen).
Bestell-Nr. . . . . B 96 . . . . . DM 14,35
Pass. Geh. ET 3 . . . . . DM 7,70



Hi-Fi-Kanarienvogel. Ein unentbehrlicher Bausatz für jeden Haushalt. Der Gesang dieses künstlichen Viechs ist sehr abwechslungsreich und von einem echten Harzer Roller kaum zu unterscheiden. Füttern und Reinigen entfällt selbstverständlich bis auf das Wechseln der Batterie. Bausatz kompl. einschl. Platine, Lautsprecher usw. Bestell-Nr. B 22 . . . . . DM 16,90

Kleinnetzteil zum Sparpreis. Neue, verbesserte Ausführung. Ausgangsspannung elektronisch stabilisiert u. einstellbar von 6 bis 12 V, maximaler Ausgangsstrom 300 mA, kurzzeitig getrennt abgesichert! Sämtliche Teile einschließlich Trafo und Sicherungen wurden auf der Platine untergebracht, so daß sich ein sehr kompakter Aufbau ergibt. Platinengröße 95 × 55 mm. Bausatz kompl.
Bestell-Nr. B 64 . . . . . DM 15,50

OPPERMANN
electronic

Unsere Generalvertretungen:
Schweiz: Thali AG, 6285 Hitzkirch, Telefon (0 41) 85 12 70
Belgien: Oppermann-Belgien, 3180 Westerlo, Tel. (0 14) 54 51 95
Österreich: Target electronic, 6820 Frastanz, Tel. (0 55 22) 23 22 14
Dänemark: O. B. Carlsen, 6400 Sonderborg, Tel. (04) 42 70 45

Dühlfeld 29,
3051 Sachsenhagen
Telefon (0 57 25) 10 84-10 88
Telex 9 72 223

Populäre Elektronik 5

2. Jahrgang Nr. 3, Mai/Juni 1977 — Populäre Elektronik erscheint zweimonatlich

Verlags- und Anzeigenleiter:
H. Krott

Redaktion:
J. Palmen
J. Kattekamp
W. Leiner
J. Pas
J. Verstraten

Redaktionsanschrift:
Postfach 1366, 5063 Overath

Verlag und Anzeigenverwaltung:
Postfach 1366, 5063 Overath,
Tel.: (02206) 4242

ISSN 0342-2437

DERPE verlag

© 1977 DERPE-Verlag GmbH,
HR Bergisch Gladbach
Nr. B 1612
5063 Overath
Bensberger Str. 33

Alle in Populare Elektronik veroffentlichten Beitrage stehen unter Urheberrechtsschutz. Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltplane und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulassig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknupft sein.
Alle Veroffentlichungen erfolgen ohne Berucksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen konnen geschutzt sein, deshalb werden sie ohne Gewahrleistung einer freien Verwendung benutzt.
Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Gerate kann keine Haftung ubernommen werden. Rucksendung erfolgt nur, wenn Porto beigefugt ist.
Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Errichtung und Betrieb von Sendeeinrichtung aller Art sind zu beachten.
Der Herausgeber haftet nicht für die Richtigkeit der beschriebenen Schaltungen und die Brauchbarkeit der beschriebenen Bauelemente, Schaltungen und Gerate.

Printed in Germany by
Imprimé en Allemagne par
A. Palmer Druck
5060 Bergisch Gladbach 2
Tel.: (02202) 8770

Vertrieb: IPV Inland Presse Vertrieb GmbH
Wendenstraße 27-29
2000 Hamburg 1
Tel.: (040) 24861
Telex: 2162 401

Geschaftszeiten:
Montag-Freitag 8.30-12.00 und 12.30-17.00 Uhr.

Bezugspreise:
Einzelheft DM 3,–
Kalenderjahresabonnement 1977: BRD DM 15,–, Ausland DM 19,–
Abonnement ab Heft 6:
BRD DM 7,50, Ausland DM 10,–
Kundigung des Jahresabonnements zum Jahresende ist jederzeit moglich (keine Kundigungsfrist)

Konten:
Deutsche Bank AG, Bensberg
Nr. 655-3317
Kreissparkasse Overath-Heiligenhaus, Nr. 390/001227
Postscheckkonto Koln
29 57 90 - 507

Abonnementverwaltungen und Belieferung des Elektronik-Fachhandels im Ausland:

Osterreich:
Messner Ges.mbH,
Liebhartsgasse 1,
1160 Wien,
Tel.: 0222/925488, 951265

Schweiz:
SMS,
Kollikerstraße 121,
5014 Gretzenbach,
Tel.: 064/414155

Inhalt

Zur Qualität der Baubeschreibungen in P.E. 13
Tremolo/Leslie in Modultechnik 14
Mikro-3 29
50 Watt-Modul im Test, Teil 2 33
Minimix 36
Modulserie 1 61
Puffi 67
Modulserie 2 74
Vorschau 75
Hitparade 76
Der Tip 5 79
Inserentenverzeichnis 85

Im nächsten Heft

Leslie

TV-Tonkoppler

Wie funktioniert das?
Spezielle Dioden

Außerdem geplant:
Signalspritze/Signalfolger
Steckverbinder im Selbstbau

O.K.-ELECTRONIC

Dipl.-Kfm. Oswald Krause
45 Osnabruck
Postf. 2765

PRECO (Elektor 64)
Stereo-Vor- und Einstellverstärker mit Fernbedienungsmöglichkeit für Lautstärke, Balance Höhen, Tiefen und Basisbreite! Drei Eingänge: Band, Tuner, MD-Platte (oder auch Mikro/Kristall). Eingang: 0,5-1500 mV, Ausgang: max. 1 Veff, Klirrfaktor 0,1%, Signal/Rauschabstand: besser 80 dB. Zweiteiliger Bausatz mit Eingangsverstärkerplatine und Einstellplatine (Fernbedienteil) kompl. mit Potsatz nur ..... DM 64,80

EQUIN-Verstärker 9401 (Elektor 60)
Hi-Fi-Endstufe für 20-50 W Ausgangsleistung (je nach Betriebsspannung), Klirrfaktor: kleiner 0,1%, max. Betriebsspannung 60 V. Kompletter Bausatz (50 W) mit Doppelkühlkörper und 1. Wahl 2 N 3055:
1 Stück (mono) ..... DM 46,80
2 Stück (stereo) ..... DM 86,60

EQUIN-Netzteil
Trafo 45 V, 3,4 A, Leistungsgleichrichter und Siebelkos. Dimensioniert für EQUIN-Verstärker in Stereoausführung (50 W) nur ..... DM 69,90

EQUIN-Gehäuse
Mattschwarz eloxiert, Front- und Rückplatte gestanzt, bedruckt, seitliche Teakholzverkleidung. Für Verstärker und Netzteil in Stereoausführung ..... DM 59,95

PRECO-Gehäuse
Mattschwarz eloxiert, bedruckt und gestanzt, seitliche Teakholzverkleidung, in Größe und Design auf Equin-Gehäuse abgestimmt ..... DM 55,00

Montage-Sätze
Buchsen, Schalter, Knopfe usw.
Für **PRECO**-Gehäuse ..... DM 16,00
Für **EQUIN**-Gehäuse ..... DM 14,00

LPS 1 (Elektor 3/75)
Hochwertiges Labornetzgerät, 1-30 V 0-2 A, Stufenlos einstellbare Strombegrenzung in 3 Bereichen: 0-50 mA, 0-500 mA, 0-2 A. Leuchtdiodenanzeige bei Einsatz der Strombegrenzung. Stabilisierungsfaktor 1:5000. Bausatz mit Kühlkörper und Trafo
DM 76,90

MD-Vorverstärker (Elektor 12/74)
Korrektur-Stereo-Vorverstärker für Magnetodynamische Tonabnehmer. Mit integriertem Schaltkreis uA 739.
Kompletter Bausatz .... DM 23,50

Infrarot
Monosender
(Elo 8)
Der Infrarotsender ermöglicht die Übertragung des Fernsehtons (oder anderer Tonquellen) drahtlos und lautlos für andere über Kopfhörer.
Kompletter Bausatz mit vorgefertigter Infrarot-Sendeeinheit (mit 6 Infrarot-Dioden) nur ..... DM 59,60

Sennheiser HDI 406
Leichter, kompakt aufgebauter Kinnbügel Kopfhörer mit eingebautem Infrarot-Empfänger. Mit Lautstärke-Einstellung und wiederaufladbarem Akku.
Fertiggerät nur ..... DM 169,00

4-Kanal Lichtorgel
(Elo 3/4)

Die Lichtorgel kann an jede Signalquelle angeschlossen werden und ist unabhängig von einem Verstärker. Niedervoltteil und 220-V-Teil sind durch Opto-Koppler getrennt. Schaltleistung pro Kanal: 1000 Watt. Die Schaltung ist auf 2 Platinen untergebracht. Platine 1: Netzteil mit Trafo und vierstufigem NF-Vorverstärker, Platine 2: 4 Frequenzfilter und Lampensteuerung. Kompletter Bausatz mit beiden Platinen, Trafo, Schiebereglern und allen Einzelteilen nur ..... DM 155,00

Audioskop (Elektor 55/56)
Mit der Schaltung lassen sich beliebige NF-Signale auf dem Bildschirm eines Fernsehgerätes sichtbar machen. Anschluß über Antennenbuchse, kein Eingriff ins FS-Gerät erforderlich.
Kompletter Bausatz nur ..... **DM 16,60**

Elektronischer Würfel (Elektor 60)
kompl. Bausatz mit 7 LED's nur **DM 14,80**

Hi-Fi-Dynamikkrompressor (Elektor 69)
Universeller Stereo-DNK in Hi-Fi-Qualität für Tonbandgeräte, Diskotheken, Wechselsprechanlagen usw. Als Aussteuerungsautomatik, Zwischenrufautomatik usw. einsetzbar.
Kompletter Bausatz nur ..... **DM 65,50**

Dynamikkompressor DNK (Elektor 9/74)
Anwendungsbeispiele: Aufnahmeautomatik für Tonband- oder Kassettengeräte, Konstanthalten des Lautstärkepegels bei Gegensprechanlagen, Anheben der leisen Passagen beim Autoradio. Reichweitenerhöhung bei Amateursendern durch Erhöhung des Modulationsgrades usw.
Kompletter Bausatz nur ..... **DM 28,60**

DNL 73 (Elektor 6/73)
Dynamischer Rauschbegrenzer, der das störende Bandrauschen bei Tonbandern und Kassetten unterdrückt. Speisespannung: 12-20 V/15 mA
Kompletter Bausatz (mono) nur **DM 16,80**

Elektorglocke (Elektor 7/73)
Originelle Turglocke, die acht verschiedene Töne zufallsbedingt in stets wechselnder Reihenfolge erklingen läßt. Kompletter Bausatz mit stabilisiertem Netzteil und Verstärker-Endstufe (BD 137), ohne Lautsprecher. Ein O.K.-Preisknuller **DM 35,95**

TCA 730/740 (Elektor 58)
Sehr nachbausicherer Hi-Fi-IC-Stereoverstärker modernster Technik mit einstellbarer, gehörrichtiger Frequenzkorrektur. Techn. Daten: Frequenzgang 20 Hz-70 kHz, Klirrfaktor 0,1%, Rauschabstand 56 dB, Verstärkung 20 dB

Gleichspannungsgesteuerte Einstellung von Lautstärke, Balance, Höhen und Tiefen, daher keine Gleichlaufprobleme bei den Potis und keine abgeschirmten Potizuleitungen erforderlich.

Kompletter Bausatz in Stereoausführung mit Valvo-ICs, Fassungen, Tantalelkos und Potis nur ..... **DM 54,60**

Superwiderstandssortiment
Erstklassige Ware aus laufender Fertigung, 5% Toleranz, 1/3 W belastbar, farbkodiert. Mit langen axialen Drahtenden, ausgezeichnet lötbar. Normreihe E 12: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 100 Ohm usw. Insgesamt 61 Werte von 10 Ohm bis 1 Mega-Ohm.

10 x 61 = 610 Stück. ..... **DM 32,50**
20 x 61 = 1220 Stück. ..... **DM 59,90**

Sortiert und griffbereit verpackt im Fächer-Karton.

Kapazitätsmesser 9183 (Elektor 7/8-75)
mißt Kapazitäten von 0 bis 15 uF, Sechs umschaltbare Meßbereiche, kleinster Bereich: 0-15 pF. Bausatz ..... **DM 22,80**

IC-Drumbox M 253 (Elektor)
Automatisches Elektronik-Schlagzeug mit 8 Instrumenten (Baß Drum, Snare Drum/Claves, High Bongo, Maracas, Short Cymbals, Long Cymbals, altern. Baß) und 12 Rhythmen (Walzer, Tango, Marsch, Schwing, Slow Rock, Rock Pop, Shuffle, Beguine, Cha Cha Cha, Samba, Bossanova, Rumba). Alle Instrumente und Rhythmen sind einzeln ein- und ausschaltbar und beliebig mischbar. Lautstärke, Ton und Tempo einstellbar. Down-Beat-Indikator.

Kompletter Bausatz mit Trafo, Netzteil, Gehäuse (mattschwarz elox., bedruckt und gestanzt) und Montagesatz (u.a. mit 27 hochwertigen Kippschaltern) ..... **DM 295,00**

Versandspesen

Nachnahme DM 4,80
Verrechnungscheck DM 2,50

O.K.-SONDERANGEBOT

Hewlett Packard 7730 = DL707 DM 3,75
(8 mm hohe 7-Segment-Led-Anzeige)

NEU Elektronisches Fernsehspiel NEU

Mit unserem neuen Bausatz TV-Spiel können Sie ein Spielgerät aufbauen, das über die Antennenbuchse an jedes Fernsehgerät anschließbar ist und folgende Spiele enthält:

Tennis: Mit zwei Spielfiguren, Mittelfeldlinie und Spielfeldumrandung.
Fußball: Mit vier Spielfiguren und eingeblendeten Toren.
Squash: Ballspiel für zwei Personen, die abwechselnd den Ball gegen eine Wand spielen.
Pelota: Trainingsspiel für einen Spieler, ähnlich wie Squash

Für alle Spiele gilt:

- Treffer-Anzeige, die automatisch den Punktestand jedes Spielers von 0 bis 15 in den Bildschirm einblendet
- 5 Geräuscheffekte.
- 8 Variationsmöglichkeiten: schnelles/langsames Spiel, große/kleine Spielfiguren, flacher/steiler Abprallwinkel, automatischer/manueller Balleinwurf.

Kompl. Bausatz TV-Spiel nur DM 75,–

220-V-Netzadapter f. TV-Sp. usw. DM 9,50

Gehäusesatz mit 2 Fernbedienungen usw. . . . . **DM 12,50**

Einzelteile für TV-Spiel:

TV-Spiel IC AY-3-8500 **DM 39,00**
Platine (9 x 15 cm) . . . . **DM 12,80**

Analog/Digital-Wandler (Elektor 6/73)
Spannung-Frequenzumsetzer hoher Genauigkeit und Temperaturstabilität, z.B. zum Aufbau eines Digitalmultimeters.
Eingangsmeßspannung:
0-3 V (mit Vorwiderstand beliebig erweiterbar)
Umsetzungsfaktor: 1 Volt = 10 000 Hz.
Linearitätsfehler: ca. 0,5%
Kompletter Bausatz nur . . . . . **DM 27,80**

Big Ben 95 (Elektor 43)
Turglocke, die 12 beliebige Töne erzeugt. Kompletter Bausatz (mit Verstärkerendstufe nur . . . . . **DM 34,80**

Programmierbare Glocke (Elektor 7/8-75)
naturgetreue Big Ben-Melodie, acht digital abgeleitete Töne, nur ein Abgleich nötig
Bausatz . . . . . **DM 36,90**

Frequency-Meter Elektor 9033

Kompletter Bausatz mit Gehäuse (elox., bedruckt und gestanzt) und Frontplatten bestückung nur: . . . . . **DM 284,–**

Technische Daten:
Frequenzbereich: 0-20 MHz (max. 32 MHz), Eingangsimpedanz: 1 M/10 p. Empfindlichkeit: 5 mV, Anzeige sechstellig (Hohe Ziffern 8,3 mm), drei Torzeiten, Periodenmessung, Level- und Torzeitanzeige (LED's), Netzzeitbasis, Quarzzeitbasis nachrüstbar.
Nachrüstbausatz 1 MHz-Quarzzeitbasis (mit 13 Ausgängen von 1 Hz bis 1 MHz) **DM 49,80**
250 MHz-IC-Vorteiler (mit 95H90, 9582) Erweitert den Meßbereich auf 250 MHz (max. 320 MHz). Empfindlichkeit: 5 mV bei 1 MHz, 50 mV bei 200 MHz.
Komplettec Bausatz . . . . . **DM 76,90**

Auto-Elektronik-Bausätze

Digitaler Drehzahlmesser DAM2 (Elektor 62/66)
Drehzahlmesser für Kraftfahrzeuge, mit kreisförmiger Leuchtdiodenanzeige, 25 LEDs rot und 5 LEDs grün (für günstigsten Drehzahlbereich).
Kompl. Bausatz mit Frontplatte nur **DM 77,20**

Schwarzgenarbtes DAM-2-Gehäuse, verstellbar, für Auf- oder Unterbordmontage, entspiegelte Frontscheibe nur . . **DM 14,80**

Megaphon (Elektor 69). Ein mobiler Verstärker, der bei 12 V Akkuspannung eine Leistung von ca. 40 W liefert. Der Verstärker verfügt über einen Mikrofoneingang und Tonbandeingang, die Eingänge sind mischbar.
Kompletter Bausatz mit Kuhlkörper, Trafo usw. nur . . . . . **DM 71,00**

Auto-Service-Meßgerat (Elektor 66). Zum genauen Einstellen bzw. Überprufen von Schließwinkel und Leerlaufdrehzahl. Ein Meßbereich für Schließwinkel (0-100%), zwei Meßbereiche für Drehzahl, ein Meßbereich für Spannungsmessungen.
Kompletter Bausatz nur . . . . . **DM 34,90**
Passendes Drehspul-Einbauinstrument 1 mA 86 x 64 mm nur . . . . . **DM 21,90**

Stroboskop (Elektor 66). Die Schaltung dient zur genauen Zündeinstellung von Automotoren, außerdem kann eine 8-W-Neonlampe (nicht im Bausatz enthalten) aus der 12-V-Autobatterie gespeist werden.
Kompletter Bausatz mit Blitzrohre und Übertrager nur . . . . . **DM 39,00**

Entlöt-Pumpe "OK 77"
Modernste Ausführung mit **automatischer Reinigung,** Spezialkunststoffspitze, ruckschlaggesichert, blau elox. Alu-Gehäuse.
Per Stück . . . . . **DM 22,90**

DVM 111
Äußerst preisgunstiges, **3 1/2stell. Digitalvoltmeter** hochster Prazision.
2 Grundmeßbereiche:
0,000-200,0 mV und 0,000-2,000 V
Genauigkeit: 0,05% ± 1 Digit
Eingangswiderstand
großer 1000 Mega-Ohm (!).
Meßrate: bis zu 12mal/sec.
Automat. Nullabgleich, automat. Polaritätsanzeige, Overrange/Underrange-Output.

Der äußerst nachbausichere Bausatz besteht aus der Basisplatine mit Printtrafo, stab. Netzteil, Analog- und Digitalteil (PMOS-ICs), der Frontplatine mit 4 LED-Anzeigen (FND 500, Ziffernhohe 12,5 mm) und der Ruckwandplatine mit 220-V-Netzanschluß, Meßeingang und freier Bestuckungsflache fur beliebige Bauteile (Vorteiler usw.). Ausfuhrliche Bauanleitung mit Schaltbeispielen fur Widerstands-, Verhaltnis, Frequenz- und AC/DC-Strom- und Spannungmessungen.
Kompletter Bausatz nur . . . . . DM 148,–
Pass. Kunststoff-Frontrahmen (schwarz) mit roter Filterscheibe fur Frontplatteneinbau (38 x 107 mm) . . . . . **nur DM 15,90**

Alle Bausatze mit gedruckter Bauanleitung, Schaltbild, Bestuckungsplan und Stuckliste. Nur einwandfreie Bauelemente. Auch fur TUP's, TUN's usw. nur Originalhalbleiter.

Mit allen erforderlichen Bauelementen sowie Kleinteilen wie Schrauben, Muttern, Distanzrollen, Glimmerscheiben, Isoliernippeln, Lotstutzpunkten usw.

BÜCHERTIPS

für Elektroniker

Wir haben die Elektronik-Fachbücher, die sich der Praktiker wünscht

- verständliche und klare Darstellung
- geschrieben von graduierten Ingenieuren
- jede Menge Anwendungs- und Schaltbeispiele
- viele Daten und Übersichtstabellen

IC-Leistungsverstärker

109 Seiten nur DM 14,80

SCHALTUNGEN, BERECHNUNGSHINWEISE, DATEN, ANWENDUNGEN, PRINTVORLAGEN

Ein Buch, das über den neuesten Stand informiert und viele Schaltbeispiele bietet

Neue IC-Halbleiter-Schaltungen 1

158 Seiten nur DM 19,95

LINEAR, CCD, BBD, SCT, CCI
PRINZIP, SCHALTUNGEN, DATEN, ANWENDUNGEN

Neue IC-Halbleiter-Schaltungen 2

178 Seiten nur DM 19,95

CMOS, LOCMOS, I^2L, TTL
PRINZIP, SCHALTUNGEN, DATEN, ANWENDUNGEN

Neue IC-Halbleiter-Schaltungen 3

172 Seiten nur DM 19,95

MIKROPROZESSOREN, OP-AMP, LPS, LSL
PRINZIP, SCHALTUNGEN, DATEN, ANWENDUNGEN

Auf über 500 Seiten erfahren Sie alles, was Sie über integrierte Halbleiter-Schaltungen unbedingt wissen müssen

Band 1-3 zusammen nur DM 54,80

Das große Digital-Buch (lieferbar ab Juni 77)

über 170 Seiten nur DM 19,90

DIGITALTECHNIK-GRUNDKURS, SCHALTUNGEN, BERECHNUNGEN, ANWENDUNGEN

Ein umfassendes Werk, das anhand vieler Schaltbeispiele in die Digitaltechnik einführt

Das große Opto-Buch

210 Seiten nur DM 19,90

STRAHLUNGSSENDER, STRAHLUNGSEMPFÄNGER, LASER ANZEIGEN, OPTO-KOPPLER, STRAHLSCHRANKEN
GRUNDLAGEN, SCHALTUNGEN, DATEN, ANWENDUNGEN

Das Buch ist ein zuverlässiger Ratgeber in allen Fragen der Opto-Elektronik

Neue Schaltungen mit diskreten Bauelementen

200 Seiten nur DM 19,90

HALBLEITER-GRUNDKURS, BERECHNUNGSHINWEISE, SCHALTBEISPIELE, ANWENDUNGSSCHALTUNGEN

Eine Fülle von Schaltbeispielen warten auf den Hobby-Elektroniker

Lieferung per NN oder Vorkasse: Pschkto. Nürnberg 13 66 02-858
Alle Preise inklusive MwSt.
porto- und verpackungsfrei

TECHNISCHER VERLAG
MEIER und NIETHE
85 NÜRNBERG 16, POSTFACH 16 02 44

DIE PREISBOMBE NR 2

Restposten! Restposten! Restposten!

Restposten!

LAUTSPRECHERBOX

50/60 Watt Deutsches Markenfabrikat, bestückt mit einem Tieftöner, einer Mitteltonkalotte sowie einer Hochtonkalotte.

Technische Daten:
Frequenzgang 30-22000 Hz, Musik 60 Watt, Sinus 50 Watt, Impedanz 4-8 Ohm, Maße 480 x 270 x 230, Gewicht ca. 10,5 kg, in weiß oder nußbaum lieferbar.

DM 159,–

Restposten!

Restposten! Restposten! Restposten!

SPANNUNGSWANDLER VON 12 V AUF 6 V, 7,5 V UND 9 V. Wie in "POPULARE ELEKTRONIK" Heft Nr. 3 Seite 10 beschrieben.
Fix und fertig vergossenes Modulgehäuse der zum Betreiben von Kassettenrekorder, Kofferradios usw. geeignet ist. Der Wandler liefert eine stabilisierte, umschaltbare Ausgangsspannung 12...15 Volt.
Ausgangsleistung 500 mA Dauerleistung
fix und fertiges Gerät **nur DM 12,–**

STOLL
ELEKTRONIKVERSAND
POSTFACH 310322,
2850 BREMERHAVEN-31P

KROGLOTH - ELEKTRONIK
8531 Gerhardshofen,
Postfach 100 Telefon 09163/8254

7400	0,45	7473	0,85	74196	3,00
7401	0,50	7474	0,85	74197	2,45
7402	0,50	7475	1,20	74200	14,00
7403	0,50	7486	0,95	LM 309 K	3,80
7404	0,55	7490	1,35	LM 703	1,80
7405	0,55	7491	2,60	LM 709 TO, DIL	0,80
7408	0,65	7492	1,55	LM 710 DIL	1,90
7410	0,50	7493	1,55	LM 723 TO, DIL	1,70
7413	1,10	7495	1,85	LM 741 TO, DIL	1,00
7420	0,50	74121	1,10	LM 3900	1,45
7421	0,75	74123	1,65	TBA 120 S	2,25
7423	0,85	74141	2,05	BC 107 B	0,40
7425	0,90	74142	7,50	2 N 4427	4,50
7430	0,50	74143	7,50	2 N 6080	19,00
7442	1,60	74144	7,20	2 N 6081	29,50
7446	2,50	74161	3,10	2 N 6082	39,95
7447	2,10	74163	3,90	2 N 6083	44,50
7448	2,30	74164	2,90	2 N 6084	54,50
7450	0,50	74190	2,85		
7451	0,50	74192	2,55		

500 Mc-10er-Teiler mit 11 C 90, 20 mV Empfindlichkeit/450 Mc, TTL-Output, 5 V/100 mA Stromvers.
Bausatz ohne Gehäuse . . . . . DM 95,–
Fertiggerät in Weißblechgehäuse 37 x 30 x 74 mm mit 2 BNC-Bu. u. Anschluß für Stromversorgung . DM 135,–

Preise für größere Stückzahlen auf Anfrage

U. WYNEN

5144 Wegberg Dalheim-Rödgen
Waldweg 8

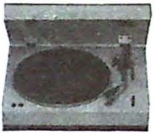
Ing.-Büro für Elektroakustik und Elektronik
Lieferung per Nachnahme
Preise einschl. MwSt.

Top-Angebot

Hi-Fi Stereo Receiver MR 215

Ein hervorragendes Gerät mit Anschlußmöglichkeiten für Phono mag., Tonband (Tape Monitor) und Reserve, 2 Lautsprecherpaare und 2 Quadropaare (eingebaute "Phase-Power" 4-Kanal Synthesizer-Schaltung).
Lautsprecher-Federklemmen, ausklappbare AM-Ferritantenne, Umschalter für FM-Deemphasis. Blaue Black-Out-Skala mit farbiger Anzeigeschrift des jeweils geschalteten Eingangs, Feldstärke- und Kanalmitte-Instrument. Stillabstimmung (Muting) und schaltbare Loudness. Frontplatte anthrazit-metallic, Gehäuse NN.

FM-Empfindlichkeit:		3 uV
Klirrfaktor:		0,5%
Rauschabstand:		70 dB
Selektivität:		45 dB
AM-Empfindlichkeit:		160 uV
Leistung (bei Betrieb beider Kanäle:		2 x 15 Watt bei 8 Ohm
Musikleistung:		50 Watt
Frequenzgang:		17 - 20.000 Hz
Rauschabstand:	Band/Reserve	75 dB
	Phono	65 dB
Empfindlichkeit:	Band/Reserve	150 mV
	Phono	2,5 mV



SUPERPREIS . . . . . DM 349,50

AKAI AP-001

Proffesioneller Studioplattenspieler 300 mm Plattenteller, Riemenantrieb, Wow & Flutter 0,06%, Rumpeln 50 dB, 220 mm S-Tonarm, Lift-gedämpft in beiden Richtungen, Antiskating, laterales Ausgleichgewicht, autom. Endabschaltung, Metallic-Zarge incl. stufenlos arret. Haube und Magnetsystem T2001 mit Übertragungsbereich 15-25.000 Hz . . . . . nur DM 295,–

904 Seiten
ELECTRONIC FÜR ALLE
Finden Sie
in der
2. AUFLAGE
des neuen RIM-electronic Jahrbuches '77.

Ein außerordentlich breitgefächertes Angebot an elektrischen, elektromechanischen und elektronischen Bauelementen, Meß- und Prüfgeräten, Baugruppen, Bausätzen und Fertiggeräten. Umfangreiches Fachliteraturverzeichnis. 65 Seiten Halbleiterangebot mit vielen Anschlußbildern. Ein eigenes Kapitel Optoelektronik. Neues Ela-Modulsystem für Profis. Und, und, und...
Schutzgebühr DM 10,–/Nachnahmegebühr DM 13,40/Vorkasse Inland DM 12,–/Vorkasse Ausland DM 13,40/Postscheckkonto München 244822-802

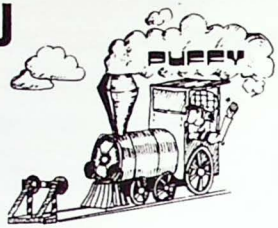
RIM
RADIO-RIM-MÜNCHEN

Bayerstraße 25
Postfach 20 20 26
D 8000 München 2

Telefon (089) 55 72 21
und 55 81 31
Telex 05-29166 rarimd

Bausätze für P.E. - Schaltungen

NEU



Puffi
Bauteile komplett mit Schalter DIN-Buchsen, 9 Volt-Batterie-Clip usw. . . DM 13,95
Passendes Gehäuse TEKO . . . . DM 3,25
Orig. P.E.-Print . . . . . DM 6,40

NEU

Tremolo
Bauteile komplett mit Schalter 9 Volt-Batterie-Clip, Knöpfen, Abstandsröhrchen, Schrauben usw. . . . . DM 33,25
Frontplatte pos. oder neg. . . . . DM 15,35
Orig. P.E.-Print . . . . . DM 13,85

NEU

Minimix
Bauteile komplett mit Schalter, DIN-Buchsen, Knöpfen usw. . . . . DM 29,75
Gehäuse TEKO 334 . . . . . DM 11,20
Orig. P.E.-Print . . . . . DM 12,90

Aus Heft 4

LED-VU-Meter
Bauteile mono . . . . . DM 25,50
Bauteile Stereo . . . . . DM 48,00
Orig. P.E.-Print mono . . . . . DM 9,35
Orig. P.E.-Print stereo . . . . . DM 18,00
Frontplatte pos. oder neg. . . . . DM 11,65

Codeschloß
Bauteile komplett . . . . . DM 21,90
Orig. P.E.-Print . . . . . DM 7,15

Aus Heft 3

Die totale Uhr
Bauteile inkl. Fassungen, Gehäuse usw. DM 95,00
Orig. P.E.-Print . . . . . DM 19,25

50 Watt-Modul
Bauteile . . . . . DM 51,50
Orig. P.E.-Print . . . . . DM 10,50
Netzteil . . . . . DM 48,50

Die Kassette im Auto
Bauteile inkl. Gehäuse . . . . . DM 9,60

Aus Heft 2

Carbophon
Bauteile inkl. Gehäuse . . . . . DM 29,00
Orig. P.E.-Print . . . . . DM 6,25

Spannungsquelle
Bauteile inkl. Gehäuse . . . . . DM 39,50
Orig. P.E.-Print . . . . . DM 11,60

Testy
Bauteile inkl. Gehäuse . . . . . DM 8,75

Aus Heft 1

FBI-Sirene
Bauteile . . . . . DM 12,50
Orig. P.E.-Print . . . . . DM 4,35

Tran sitest
Bauteile inkl. Gehäuse . . . . . DM 17,25
Orig. P.E.-Print . . . . . DM 6,50

Elektro-Toto-Würfel
Bauteile inkl. Gehäuse . . . . . DM 27,00
Orig. P.E.-Print . . . . . DM 6,50

R.K.V. ELEKTRONIK VERSAND.
4050 Mönchen Gladbach 3
Tel. 02166-65824. Postfach 300140
Postcheckkonto Essen 29378-436

Preise einschließlich Mehrwertsteuer, jedoch ohne Nachnahmespesen. Bei Vorauszahlung Preise zuzüglich DM 2,50.

R • K • V • Elektronik Versand

3-Kanallichtorgel 3 x 1000 Watt mit NF-Automatic, Triacsteuerung, aktiven RC-Filtern (2 Transistoren je Kanal), Netzteil, NF-Vorverstärker, Sicherung, Eingangsempfindlichkeit 0,1 V!!

Bausatz LOB 3/1000 AV **DM 42,50**
Baustein **DM 54,—**
Passendes Gehäuse Plastik mit beschr. Frontpl. **DM 9,50**

LOB 5/1000AV. Daten wie oben, jedoch 5 Kanäle.
Bausatz LOB 5/1000AV **DM 56,90** · Baustein **DM 68,—**
Passendes Gehäuse mit beschrifteter Front .... **DM 9,50**

Digit Lichtorgel 3- und 4-Kanalausführung Triacsteuerung, Ansteuerung durch IC, dadurch eine 100%-ige Aussteuerautomatik, automatisches Pausenlicht eingebaut, mit Netzteil.

Bausatz Digit 3-Kanal **DM 59,—**
Fertigbaustein **DM 74,—**
Bausatz Digit 4-Kanal **DM 72,—**
Fertigbaustein **DM 88,—**

Lauflichtsteuergerät 4-Kanal, 4 x 500 Watt

Vier Kanäle werden nacheinander durchgesteuert, Frequenz 1-10 Hz regelbar.
Bausatz LFL **DM 42,—**, Baustein ..... **DM 52,—**
Passendes Gehäuse mit beschr. Frontplatte ..... **DM 9,50**
Farbstrahler 100 Watt, rot, gelb, grün, blau ..... **DM 14,95**
Lampenfassung, schwenkbar, ALU-poliert .... **DM 13,80**

3-Kanallichtorgel LOB 14 3 x 1000 Watt, frequenzselektiv, durch einen speziellen NF-Übertrager besitzt diese Lichtorgel eine sehr große Empfindlichkeit, 4 Regler, Sicherung, Knöpfe usw.

Bausatz LOB 14 mit Gehäuse und Frontplatte **DM 29,95**
Bausatz LOB 14 ohne Gehäuse ..... **DM 22,95**

LOB 14 betriebsbereit im Gehäuse ..... **DM 34,95**

LO 77 (LOB 14) mit 3 Schukosteckdosen (Einbau), Netzkabel, NF-Buchse, Fuße, Gehäuse usw.
Bausatz LO 77 (obige Abb.) ..... **DM 39,95**
Fertiggerat LO 77 ..... **DM 59,—**
Entstorsatz für samtliche Lichtorgel geeignet ... **DM 3,95**

HIFI VERSTÄRKER 4 – 100 WATT

4 Watt IC-Verstärker, 6-12V, 40Hz-14kHz, 1% Kl.
Bausatz TV 4 **DM 13,50** Baustein TV 4 **DM 17,50**

10 Watt IC-Verstärker, 12-24V, 40Hz-15kHz, 0,8% Kl. U eing. 50mV!!
Bausatz TV 10 **DM 17,95** Baustein TV 10 **DM 24,50**

20 W Edwin mit Klangregelteil, 20W sin., 20Hz-20kHz, 0,5% Klirrfaktor, Höhen-Tiefenregelung ± 18dB

Bausatz 20W Edwin mit Potis Mono ..... **DM 29,75**
Bausatz 20W Edwin mit Potis Stereo ..... **DM 59,50**
Fertigbaustein 20W Edwin mit Potis ..... **DM 39,95**
Netzteil Mono und Stereo ..... **DM 22,50**
Stereoentzerrer für 20W Edwin ..... **DM 14,90**

30 Watt HiFi-Endstufe TE 30
HiFi 30 Watt Sinus Endstufe 20Hz-20kHz, 0,8%, 1V/50K, Betriebssp. 30-40V, 7 Halbleiter, NTC usw.

Bausatz TE 30 **DM 29,85** 2 Stück **DM 55,—**
Mononetzteil **DM 22,50** Stereonetzteil **DM 28,50**

40W Edwin-Endstufe 1000fach bewährt, kurzschlußfest, keine Ruhestromeinstellung, 25Hz-1,2MHz, 0,1% Klirrfaktor, 1V/50KΩ, Betriebsspannung 42V.
Bausatz 40W Edwin **DM 39,50** 2 Stück **DM 77,—**
Mononetzteil .... **DM 34,50** Stereonetzteil **DM 45,50**

100 Watt EQUA Verstärker, 20Hz-60kHz, Klirrfaktor kleiner 0,07%!, Dauerkurzschlußsicher, Betriebsspannung 60-80V, 14 Halbleiter, Hochleistungskühlkörper, U eing. 0,5V
100 Watt Endstufe EQUA 100 Bausatz ..... **DM 55,—**
Fertigbaustein EQUA 100 geprüft ..... **DM 88,—**
Mononetzteil **DM 52,—** Stereonetzteil **DM 74,—**

Hochwertiger Stereo-Vorverstärker 100
Stereo-Vorverstärker für sämtliche Endstufen geeignet. 4 umschaltbare Eingange fur Tonband, Tuner, magn. Plattenspieler, frei. Lautstärke-Höhen-Tiefen-Balanceregler und Drucktasten auf der Platine. Höhen-Tiefenregelung ± 20dB, 15-70kHz, 25-60V.

Bausatz Vorverstärker 100 mit Potis und Tasten **DM 59,50**

Klangfilterplatine KBK
4 Tasten fur Rausch-Rumpel-Sprache, Basisbreite, Poti fur Basisbreite, mit Kopfhörerausgang, 14 Halbleiter.

Bausatz KBK **DM 33,95**

NETZGERAT 1341, IC geregelt, 5-25V einstellbar, max. 3A, Restbrumm kleiner 100 µV, Strombegrenzung

Bausatz 1341 2A **32,50**
Bausatz 1341 4A **36,60**
Netztrafo 13,95
Netztrafo **24,50**

BAUSATZE P.E.-SCHALTUNGEN

Bausatz TRANSITEST ..... **DM 14,95**

Bausatz ELEKTRO–TOTO–WÜRFEL .. **DM 22,95**

Bausatz F.B.I.–SIRENE ..... **DM 11,75**
Lautsprecher dazu ..... **DM 4,95**

TRIAC-BLINKLICHT (Lichtpulser) Stroboskop für normale 220V Gluhlampen, bis 500 Watt belastbar.
Bausatz Lichtpulser ..... **DM 14,50**

Elektronische Sirene 6-15V, auf- und abschwellender Ton fur Alarmanlage, Modellbau usw. Bs ..... **DM 12,—**

Lichtblitzstroboskop, Frequenz 1-10 Hz regelbar, 220 V, Hochleistungsblitzrohre
Bausatz 80 W/sek **DM 31,50** 125 W/sek **DM 38,50**

Bitte kostenlosen Katalog anfordern!
Wiederverkäufer fordern Angebot!

SCHUBERTH electronic
8660 Münchberg
Postfach 525 · Tel. 09251/6393

-Verlagsanzeige-

DER ABO-TIP

Aus der Praxis für die Praxis: Irgendwer hat irgendwann eine Idee, wie man als Hobby-Elektroniker mit einem kleinen Trick Arbeit oder Material sparen kann, etwas besser oder schneller machen kann usw.

Meist handelt es sich um Kleinigkeiten, die angeblich "nicht der Rede wert" sind.

P.E. meint: Eine Tipkiste ist eine Trickkiste.

P.E. macht die Kiste auf. Und holt in der Tip-Rubrik einen nach dem anderen heraus.

Hier gleich der nächste Tip:

P.E.-Abonnement werden! Dann füllt sich Ihre Trickkiste von selbst.

Das P.E.-Abonnement

kann jederzeit beginnen. Schicken Sie die eingeheftete Bestellkarte oder eine Postkarte an:

DERPE-Verlag
Postfach 1366
5063 Overath

Sie erhalten dann von uns eine Zahlungsaufforderung.

Das Abonnement 1977 kostet ab Heft 6 DM 7,50 incl. Porto und Nebenkosten. Bei der Abo-Bestellung können Sie die bereits erschienenen Hefte 1 bis 5 zu je DM 2,50 nachbestellen (Heft-Nr. angeben).

Alle
EINZELTEILE
und Bausätze für elektronische Orgeln.
Bitte Katalog anfordern!

Dr. Böhm
495 Minden, Postf. 2109/PE 77

Lichtorgeln
Hansel Lichtsteuergerate
3-Kan. Lichtorgelbaus. 3000 W., 3 Regl. m. Platine 14,50. Fertiggerat 24,90. 3 Kan. Orgel, zusatzlich ein Gesamtregler und 6 Mon. Garantie. Frontplatte schw./silb. 29,90. Lauflichtbaus 4 Kan., 4000 W. regelb. 38,50. Stroboskop 100 Watt, regelb. 49,50. 6 Kan. Orgel, 6 Regl., 6000 W 39,90.
Restposten: Farblichtwerfer, 4 Farbwechsel pro Min. 99,00. Stroboskopbaus. 40 Watt, m. Platine, 14,90. Blitzlampe, Uförmig, 100 Watt, 8,90. Netzleitung 1,45. Preisliste anford. Handler bis 50% Rabatt.
U. Hänsel, 4150 Krefeld 1, Rather Str. 62a. Tel. 02151/560587.

HECK-ELECTRONICS
5012 Bedburg (vorher 5156 Kaster), Telefon 02272-3294

Aus P.E. Heft 5:

Tremolo kpl. Bauteilesatz lt. P.E. Stuckliste	DM 44,29
P.E.-Platine	DM 13,85
Frontplatte positiv oder negativ	DM 15,35
je 14 Lotstifte + Steckhulsen, 5 IC-Fassungen	DM 4,48
Minimix kpl. Bauteilsatz lt. P.E. Stuckliste	DM 43,99
P.E.-Platine	DM 12,90
Gehäuse TEKO 334	DM 12,98
Puffi kompl. Bauteilesatz lt. P.E. Stuckliste	DM 6,16
P.E.-Platine	DM 6,40
Gehäuse ALU ausreichend für 2 Platinen	DM 3,55

Aus P.E. Heft 4:

Codeschloß	
kpl. Bauteilesatz lt. P.E.-Stuckliste	DM 21,60
P.E.-Platine	DM 7,15
LED-VU-Meter in Modultechnik	
kpl. Bauteilesatz lt. P.E.-Stuckliste	DM 23,50
P.E.-Platine	DM 9,35
Frontplatte gebohrt + beschriftet, pos. oder neg.	DM 11,65
Mikro-2 (Signalhorn)	
kpl. Bauteilesatz incl. Lautsprecher	DM 11,89
P.E.-Mikro-Hauptplatine	DM 8,50
P.E.-Mikro-Trimmer-Platine	DM 4,95
Mikro-1 (Blinker) Bauteile mit Platine	DM 13,40

Aus P.E. Heft 3:

Die totale Uhr	
kpl. Bauteilesatz lt. P.E. Stuckliste	DM 84,90
P.E.-Platinen a + b	DM 19,60
Gehäuse Teko 333	DM 9,30
50 Watt-Verstärker in Modultechnik	
kpl. Bauteilesatz einschließlich Netzteil	DM 107,50
P.E.-Platine	DM 10,95
Frontplatte gebohrt + beschriftet, pos. oder neg.	DM 11,15
Die Kassette im Auto	
kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse	DM 6,98

Aus P.E. Heft 2

Carbophon	
kpl. Bauteilesatz lt. P.E. Stücklisto	DM 24,60
P.E.-Platine	DM 6,30
Gehäuse	DM 5,50
Spannungsquelle	
kpl. Bauteilesatz mit Trafo.	DM 38,50
P.E.-Platine	DM 11,60
Gehäuse Teko P3	DM 5,55
Testy	
kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse + Buchsen.	DM 6,85

Aus P.E. Heft 1

FBI-Sirene	
kpl. Bauteilesatz	DM 12,40
P.E.-Platine	DM 4,35
Elektro-Toto-Würfel	
kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse	DM 26,50
P.E.-Platine	DM 6,60
Transitest	
kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse	DM 16,90
P.E.-Platine	DM 6,75

Wir liefern auch zu **allen** ELO-Bauanleitungen kpl. Bausätze sowie ELO-Platinen,
z.B. ELO 47: Elektron. Zimmerthermometer . . DM 19,83
ELO 49: Akustisches Warngerat. . . . . DM 10,98
ELO 48: Wechselspannungs-Millivoltmeter . DM 41,87

Alle Bauteile sind auch einzeln lieferbar.
Fordern Sie Gesamt-Liste 1/77 gegen 1,– Briefmarken an.

Rainer J. Hoeg

Zur Qualität der Baubeschreibungen in P.E.

Fehler kann jeder machen, denn Irren ist menschlich, und wo gehobelt wird, fallen Späne.

In P.E. wird kräftig gehobelt; damit sind die vielen konkreten Zahlenangaben und Bezeichnungen im Text, in den Schaltbildern und in den Stücklisten gemeint. Wenn bisher noch keine falschen Zahlen, keine sogenannten "Druckfehler", keine Zeichen- oder gar Schaltungsfehler in P.E. festgestellt worden sind, die eine Berichtigung, Korrektur oder wie immer man das nennt, in der nächsten Ausgabe, die vorliegende eingeschlossen, erforderlich gemacht hätten, so ist das möglicherweise ein Qualitätsmerkmal, auf jeden Fall aber auch eine Portion Glück.

Diese Behauptung ist keine falsche Bescheidenheit. Die P.E.-Redakteure verfügen zusammen über mehr als zwei Jahrzehnte Erfahrung in der Entwicklung, Beschreibung und Präsentation von Geräten für die Hobby-Elektronik. Sie wissen sehr gut, was alles schief gehen kann und daß man manchmal ein bißchen Glück braucht.

Auch wenn es das Glück des Tüchtigen sein sollte: Darauf verlassen darf man sich nicht, sondern man sollte ihm auf die Sprünge helfen.

Ein dazu wahrscheinlich geeignetes Verfahren wird ab sofort praktiziert: Zunächst die wichtigsten, später alle entwickelten Geräte werden vor Drucklegung von einem unabhängigen Tester aufgebaut. Diese zusätzliche Testphase schließt auch ein: die Bauteilebeschaffung, den vollständig mechanischen Aufbau und die Inbetriebnahme; denn ein nicht zu beschaffendes Bauteil oder eine Abgleichvorschrift, die nur mit einem hochkarätigen Laborinstrumentarium zu erfüllen ist, machen die beste Schaltung wertlos.

Die in dieser Testphase festgestellten Mängel und evtl. Fehler der Schaltung oder der Beschreibung werden nicht als solche aufgeführt, sondern als Änderungen, Verbesserungen oder Erweiterungen in den betreffenden Beitrag eingearbeitet, denn im Text soll ja nicht stehen, wie es nicht gemacht wird. Sollte ein Fehler nicht mehr korrigierbar sein, dies könnte z.B. dann der Fall sein, wenn ein fehlerhafter Print bereits in der Mache ist, so wird entweder der Artikel abgeblasen oder, wenn die Printkorrektur zumutbar und vom Nachbauinteressenten mit einfachen Mitteln durchzuführen ist, diese Korrektur genau angegeben, und zwar im Anschluß an den Hinweis, daß im Labor Mist gebaut wurde.

Noch ein Wort zur Unabhängigkeit des Unabhängigen. Sie kann nicht hundertprozentig sein. Der Betreffende müßte Millionär mit viel Freizeit sein. Wir haben einen unserer sehr kritischen Leser, der als integer gelten kann, zu dieser Art von Mitarbeit bereit gefunden.

Diesem Mann und später hoffentlich noch weiteren "unabhängigen Testern" soll das Leben so schwer wie möglich gemacht werden: Sie sollen möglichst wenig bemängeln können.

Qualitätsanforderungen im erweiterten Sinne ließen übrigens bisher die Veröffentlichung der "Superspannungsquelle", Nr. 1 der P.E.-Hitparade, nicht zu: Ein bestimmtes Bauteil ist nicht mehr überall erhältlich, und an anderer Stelle der Schaltung ist, wie erst nach Abschluß der Entwicklungsarbeiten festgestellt wurde, eine wesentliche Verbesserung möglich. Beides zwingt zu einer Änderung des Prints. Wir bitten die zahlreichen Interessenten um Geduld und Verständnis.

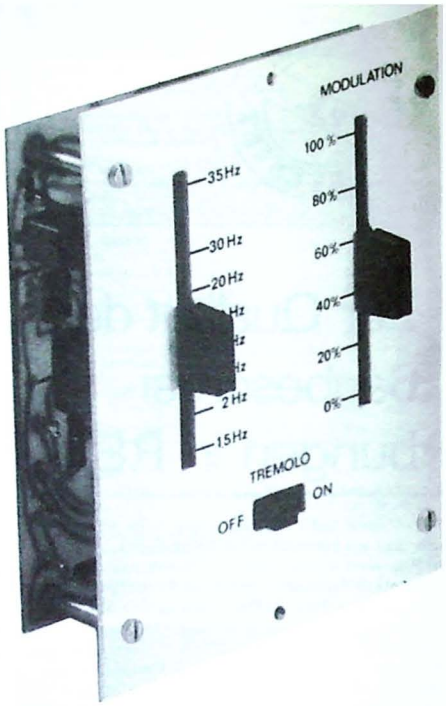
Im Quartett der Zeitschriften für Hobby-Elektronik spielt P.E. nicht die erste Geige, auch nicht die zweite. Dazu ist P.E. noch zu jung und: zu selten. Während sich das Format, das redaktionelle Konzept und - wen es interessiert - das Vertriebssystem hervorragend eingeführt und bewährt haben, ist die zweimonatliche Erscheinungsweise ein konkreter Nachteil, sozusagen ein falscher Ton im Quartett. Nicht, daß die anderen Musiker gemeckert hätten, aber von Leserseite wurde der Erscheinungsrhythmus von Anfang an bemängelt, und er erweist sich zunehmend auch als nachteilig im Hinblick auf Konkurrenzfähigkeit.

P.E. wird deshalb ab Januar nächsten Jahres monatlich erscheinen.

Was diese Umstellung mit Qualitätsfragen zu tun hat? Doppelt so viel Glück wie bisher ist unwahrscheinlich. Aber keine Bange: Hauptsache, man tut, was man kann.

- MODULATIONSFREQUENZ:
  1,5 HERTZ BIS 30 HERTZ
- MODULATIONSTIEFE:
  0 % bis 100 %
- MODULATION:
  SYMMETRISCH, STEREO
- VERSTÄRKUNG: NULL dB
- FREQUENZGANG:
  17 HERTZ BIS 35 KILOHERTZ
  (- 1 dB)

LESLIE =
TREMOLO +
5 BAUELEMENTE



TREMOLO/ LESLIE IN MODULTECHNIK

Als Tremolo wird ein akustischer Effekt bezeichnet: die periodische, regelmäßige Änderung der Lautstärke eines Schallsignals. Das Tremolo ist nicht zu verwechseln mit dem Vibrato, bei dem es sich um die periodische Frequenzänderung eines Schallsignals handelt.
Tremolo und Vibrato lassen sich elektronisch auf jedes NF-Signal anwenden, allerdings erfordert das Vibrato einen großen Schaltungsaufwand, wenn es sich bei dem Signal nicht um rein elektronisch erzeugtes handelt.
Eine Tremoloschaltung könnte mit drei Transistoren auskommen. Die im P.E.-Labor angestellten Versuche mit solch einfachen Schaltungen endeten jedoch unbefriedigend, deshalb enthält der hier angegebene Entwurf (in Stereo) fünf Operationsverstärker. Dieser relativ hohe Aufwand in einer Zeitschrift, die auf einfache Geräte spezialisiert ist, muß sein, weil mit schlechter Qualität niemandem gedient ist.
Zum Trost: Fünf zusätzliche Bauelemente machen aus dem Tremolo ein elektronisches Leslie. Bei diesem Effekt „wandert" der Schall periodisch zwischen den Lautsprechern einer Stereoanlage hin und her, etwa so, als ob jemand sehr schnell den Balance-Einsteller betätigt. Dieser beliebte Effekt (Platz 4 der Hitparade) läßt sich ohne viel zusätzlichen Aufwand aus einer 2-kanaligen Tremoloschaltung gewinnen.
Mit den verwendeten Operationsverstärkern und den Feldeffekttransistoren ist der Entwurf ausgesprochen modern.
Im vorliegenden ersten Teil dieses Beitrags werden zunächst die Effekte Tremolo und Leslie diskutiert. Blockschaltbilder erklären das Prinzip der Schaltungen. Abschließend folgt die Baubeschreibung des Tremolos.
Der zweite Teil bringt ausführlich die Schaltungsfunktionen und die Baubeschreibung des Leslies.

TREMOLO

Der Tremolo-Effekt läßt sich häufig auf Musik und Sprache anwenden, allerdings nicht immer. Insbesondere klassische Musik wird durch nachträgliches Tremolo eher vergewaltigt. Sehr geeignet sind moderne Stücke auf Orgel und Gitarre. Bei Tonbandaufnahmen kann die menschliche Stimme wirkungsvoll beeinflußt werden.
Als Tremolo wird die periodische Änderung der Lautstärke eines Schallereignisses bezeichnet. Mit elektronischen Mitteln läßt sich Tremolo auch auf ein NF-Signal in einer Übertragungskette anwenden. Allerdings ist es nicht möglich, den Effekt durch schnelles Verdrehen des Lautstärkeeinstellers zu erzeugen, denn ein gut klingendes Tremolo hat eine etwas höhere Frequenz der Lautstärkeänderung als manuell realisierbar.

Der typische Tremolo-Effekt hat eine Frequenz von ca. 6 Hertz. Man müßte das Poti demnach sechsmal in der Sekunde hin und her drehen. Die Tremoloschaltung macht die schnelle Lautstärkeänderung elektronisch, und zwar mit relativ geringem Aufwand.
Wenn eine Wechselspannung in ihrer Größe oder ihrer Frequenz über ein Steuerelement verändert wird, spricht man von Modulation. Am bekanntesten sind Amplituden- und Frequenzmodulation. Tremolo ist Amplituden-Modulation. Bild 1 zeigt das Prinzip.

Das NF-Signal, hier als Sinuswechselspannung dargestellt (Bild 1 links), gelangt mit konstanter Amplitude auf den Modulator. Am Ausgang erscheint das Signal mit regelmäßig zu- und abnehmender Amplitude; in Bild 1 sind rechts je ein Maximum und

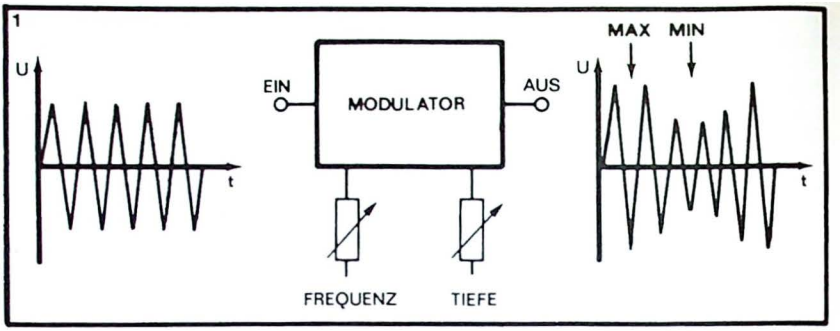


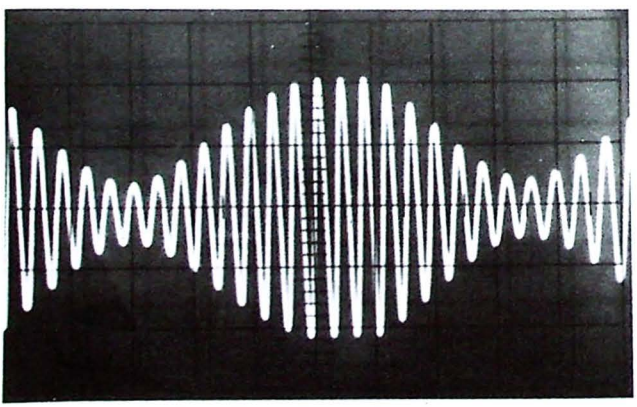
Bild 1. Amplitudenmodulation mit einer Sinusspannung als Steuersignal. Je ein Potentiometer dient zur Einstellung der Modulationsfrequenz und der Modulationstiefe.

ein Minimum der Ausgangsspannung gekennzeichnet.

Der Modulator hat zwei Einstellmöglichkeiten. Für die Modulationsfrequenz, die bei 'en meisten Anwendungen bei 6 Hertz egt, ist ein Einstellbereich von 1,5 Hertz is 30 Hertz vorgesehen.

Die Wirkung des Tremolos hängt auch davon ab, ob die Minima und Maxima der beeinflußten Spannung stark oder schwach ausgeprägt sind. Deshalb muß auch die sogenannte Modulationstiefe einstellbar sein. Die Schaltung läßt eine Modulationstiefe von 100 % zu, d.h. das Minimum der Ausgangsspannung liegt bei Null Volt, in diesen (sehr kurzen) Augenblicken verschwindet das Signal vollständig.

Dank der weiten Einstellbereiche von Modulationsfrequenz und -tiefe lassen sich ganz überraschende Effekte hevorrufen. Eine



Hinweis zu der auf dem Titelbild und auf Seite 14 abgebildeten Frontplatte: Es handelt sich um einen Laborentwurf. Die endgültige Ausführung entspricht im Layout den Frontplatten der anderen Moduln.

Zweimal Sinus im (Schirm-) Bild: Nutzsignal und Hüllkurve. Das Oszillogramm belegt eindrucksvoll die Zeichnungen in Bild 1 und 2.

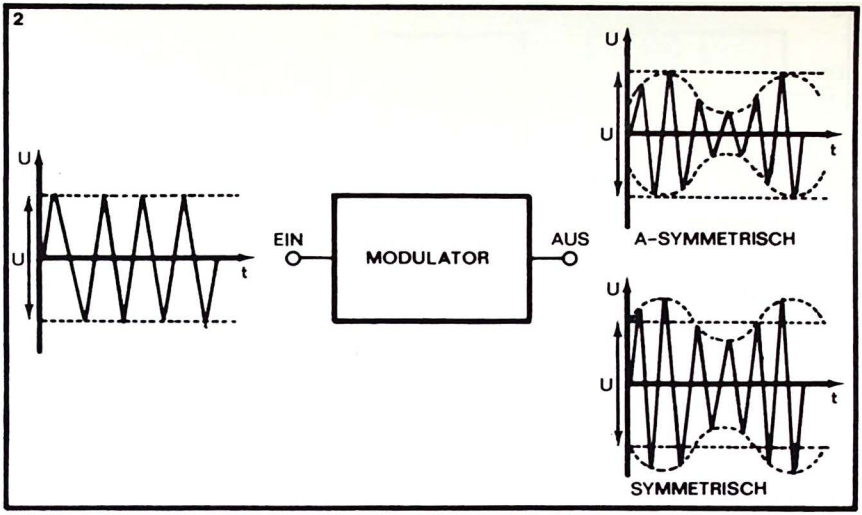


Bild 2. Zum Unterschied zwischen symmetrischer und asymmetrischer Modulation. Bei symmetrischer Modulation bleibt die mittlere Lautstärke unverändert.

weitere bemerkenswerte Eigenschaft des Tremolomoduls ist die symmetrische Modulation. Bild 2 zeigt den Unterschied zwischen symmetrischer und a-symmetrischer Modulation. Das Eingangssignal hat eine bestimmte Amplitude U. Im Fall der asymmetrischen Modulation wird das Signal grundsätzlich geschwächt, d.h. nur die Maxima haben die volle Amplitude (gestrichelte gerade Linien).

Bei der symmetrischen Modulation liegen die Maxima um ebensoviel außerhalb der gestrichelten Linien, wie die Minima innerhalb liegen. Die Maxima haben also eine höhere (!) Amplitude als das Eingangssignal, während die mittlere Lautstärke der des Eingangssignal entspricht. Dies ist der Vorteil der symmetrischen Modulation: Beim Einschalten des Tremolo bleibt die mittlere Lautstärke konstant.

Die in Bild 2 rechts eingezeichneten, gestrichelten Sinuskurven entstehen durch Verbinden der Signalspitzen. Dieser Kurvenverlauf ergibt sich aus dem Umstand, daß im Modulator ein Sinussignal erzeugt und zur Steuerung benutzt wird. Übrigens bezeichnet man den durch Verbinden der Signalspitzen entstandenen Kurvenzug als Hüllkurve. Die Hüllkurve, die nicht immer sinusförmig sein muß, ist ein wichtiger Begriff im Zusammenhang mit Modulation.

FUNKTIONSBLÖCKE TREMOLO

Wie sich aus der bisherigen Beschreibung ersehen läßt, besteht die Tremolo-Schaltung aus einem Modulator mit dem ihn steuernden Sinusgenerator. Da die Einheit in Stereo ausgeführt ist, sind zwei Modulationsblöcke vorhanden, der Sinusgenerator steuert beide Blöcke, er ist also nur einmal erforderlich. Wie Bild 3 zeigt, sind noch weitere Funktionseinheiten vorhanden. Der Eingang des Modulators ist niederohmig, er würde die Signalquelle, etwa den Ausgang eines Band-

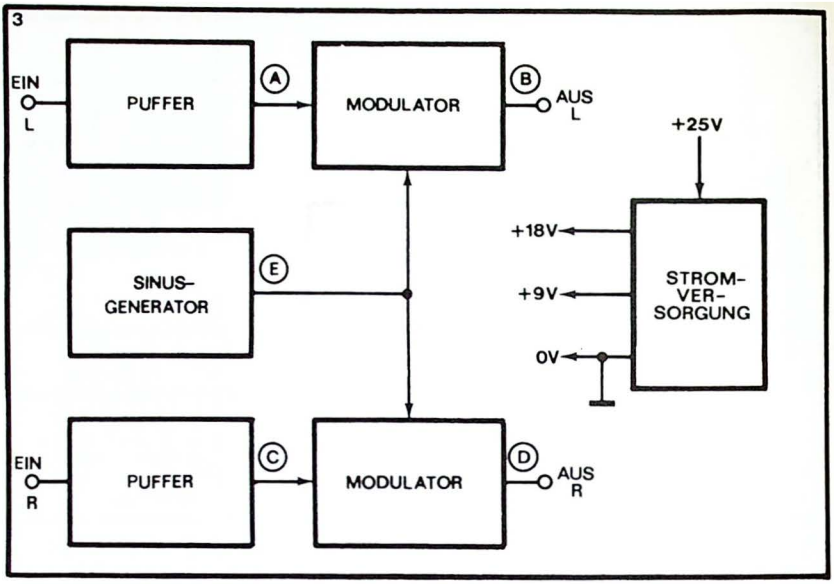


Bild 3. Die Funktionsblöcke des Tremolo.

gerätes, zu stark belasten. Deshalb ist jedem Modulatoreingang ein Impedanzwandler mit hoher Eingangs- und niedriger Ausgangsimpedanz vorgeschaltet.

Ein weiterer Block dient zur Erzeugung der Speisespannung. Aus der für alle Moduln zur Verfügung stehenden 25 Volt-Spannung werden durch geeignete Maßnahmen zwei für die Speisung der Operationsverstärker zweckmäßige, symmetrische Spannungen erzeugt.

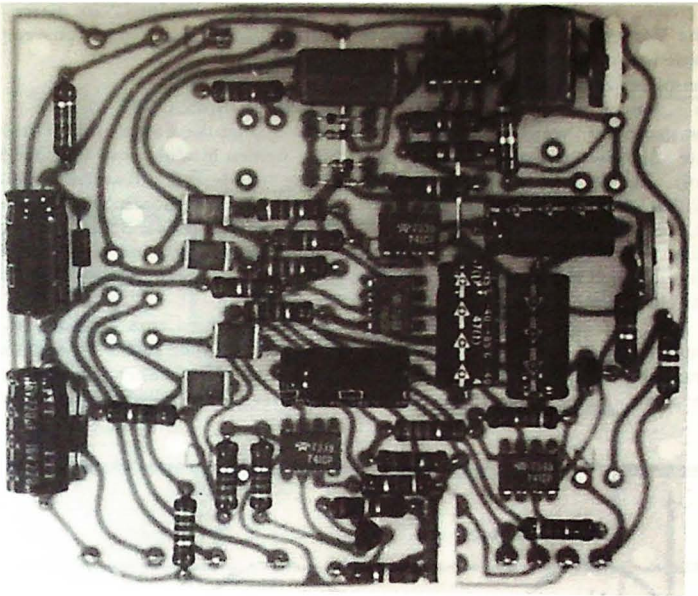
Was sich in den Blöcken konkret befindet, wird im zweiten Teil des Beitrags besprochen.

LESLIE

Leslie ist ein ähnlicher Effekt wie Tremolo, allerdings läßt er sich nur in einer Zwei- oder Mehrkanalanlage (Stereo usw.) anwenden. Dabei spielt es aber keine Rolle, ob über die Anlage ein Mono- oder Stereosignal läuft.

Beim Leslie werden die zwei Kanäle ebenfalls amplitudenmoduliert, jedoch mit umgekehrter Phase; während die Lautstärke im einen Kanal abnimmt, steigt sie im anderen Kanal. Bei gleichen Signalinhalten der beiden Kanäle (Mono) wandert die Schallquelle scheinbar zwischen den Boxen hin und her, aber auch bei Stereo ist der Effekt brauchbar.

Dieses elektronische Leslie ist nicht zu verwechseln mit dem mechanischen Leslie-Effekt in elektronischen Orgeln. In den mit Leslie ausgerüsteten Orgeln befindet sich der Lautsprecher in einer drehenden Trommel



mit exzentrischer Schallaustrittsöffnung. Dieses Prinzip erzeugt eine stetig wechselnde Phasenlage der akustischen Schwingungen und verleiht dadurch dem starren Klang der Orgel etwas mehr Leben.

Aus dem beschriebenen Erscheinungsbild des elektronischen Leslie folgt, daß auch hier, wie beim Tremolo, in jedem Kanal ein Modulator wirksam ist, daß aber die beiden Modulatoren nicht mit demselben Steuersignal arbeiten können.

Die Steuersignale sind unterschiedlich, hängen aber irgendwie voneinander ab, denn das Lautstärkemaximum des einen Kanals fällt zeitlich immer mit dem Lautstärkeminimum des anderen Kanals zusammen und umgekehrt.

Wenn das Steuersignal des einen Modulators ein Sinus ist (wie beim Tremolo), so muß das zweite Signal ebenfalls sinusförmig sein; außerdem müssen Frequenz und Amplitude übereinstimmen, damit in beiden Kanälen, wenn auch zu verschiedenen Zeitpunkten, dasselbe passiert.

Wie das gesuchte Signal aussieht, zeigt Bild 4 unten. Dieses Signal ist um eine halbe Periode (T/2) gegen das obere, vom Sinusgenerator stammende Signal verschoben.

Die beiden Spannungen erfüllen folgende Bedingungen: Die Scheitelwerte (Wellenspitzen) +Umax und -Umax haben gleiche Beträge, in beiden Wellenzügen; die Periodendauer T und damit die Frequenz (Anzahl der Perioden je Sekunde) sind oben und unten gleich; zu jedem Zeitpunkt (z.B. t1, t2) sind die Momentanwerte der Span-

nungen gleich, sie haben lediglich unterschiedliche Vorzeichen; wenn die eine Spannung positiv ist, ist die andere negativ.
Einige Beispiele: Zum Zeitpunkt t1 (Bild 4) hat das „Mutter"-Sinussignal oben ein Momentanspannung von +1,23 Volt, das abgeleitete Signal unten einen Wert von -1,23 Volt. Zu dem etwas späteren Zeitpunkt t2 hat das direkte Signal den Wert -2,5 Volt, das abgeleitete +2,5 Volt.
Die beiden Signale verlaufen, wie Bild 4 zeigt, spiegelbildlich zueinander. Das Spiegelbild entsteht durch sogenannte Phasenumkehr.
Phasenumkehr eines Signals findet z.B. in einer Transistorstufe zwischen Basis und Kollektor statt (siehe Mikrofonverstärker im Beitrag „Minimix" in dieser Ausgabe). Ebenfalls ist ein Operationsverstärker geeignet.

FUNKTIONSBLÖCKE LESLIE

Bild 5 zeigt die Funktionsblöcke des Leslies. Die beiden Modulatoren und der Sinusgenerator sind mit denselben Blöcken im Tremolo voll identisch. Die den Modulatoren auch in der Leslie-Schaltung vorgesetzten Impedanzwandler sind in Bild 5 nicht eingezeichnet, da sie nichts mit dem Prinzip zu tun haben.
Der Unterschied zum Tremolo ist somit nur durch die zusätzliche Phasenumkehrstufe und den Umschalter gegeben. Steht der Schalter in der eingezeichneten Stellung, so

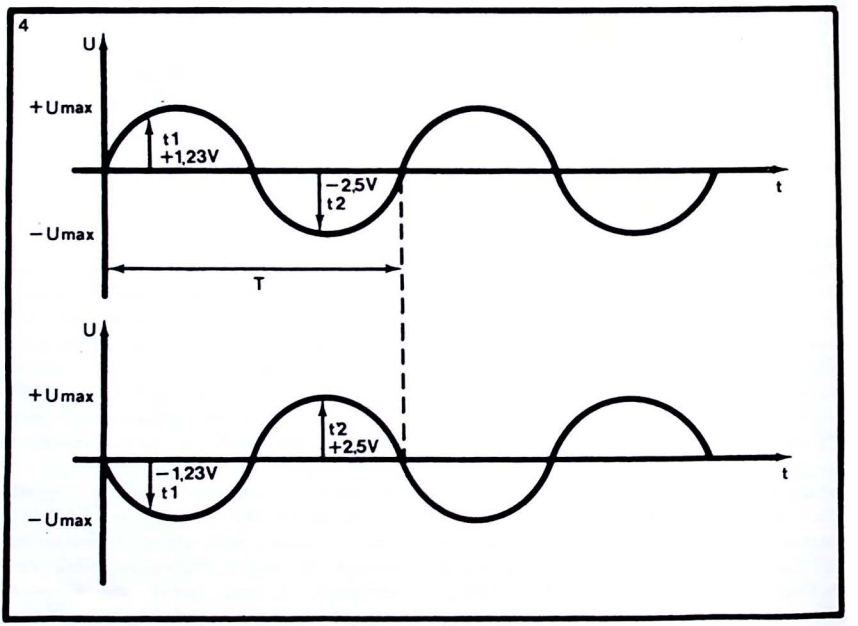


Bild 4. Der zeitliche Verlauf der beiden Steuerspannungen für die Leslie-Modulatoren.

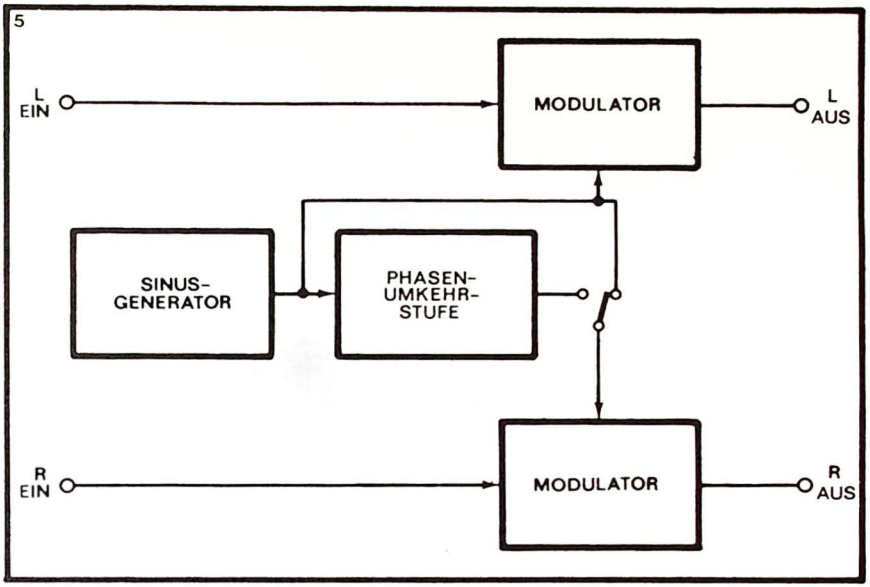
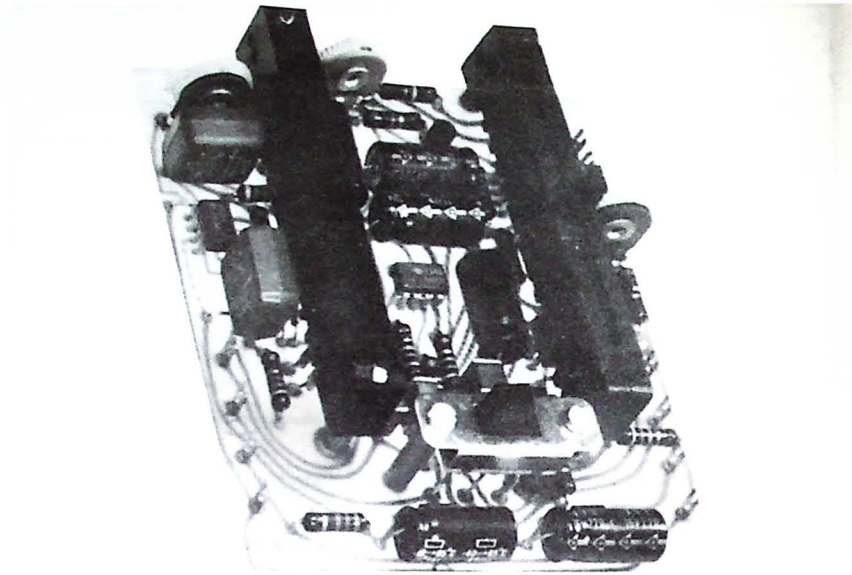


Bild 5. Die typischen Funktionsblöcke im elektronischen Leslie. Mit dem Schalter wählt man zwischen Leslie und Tremolo.

erhält der untere Modulator dasselbe Steuersignal wie der obere, nämlich das Ausgangssignal des Sinusgenerators (Tremolo). In der linken Schalterstellung erhält der untere Modulator das in der Phase umgekehrte Signal, so daß der Leslie-Effekt entsteht.
Der Block „Stromversorgung" bleibt beim Leslie unverändert.

SCHALTBILD TREMOLO

Die vollständige Schaltung des Tremolo in Stereo inkl. Stromversorgung ist in Bild 6 angegeben. Links unten ist die Stromversorgung eingezeichnet, sie erzeugt aus der allgemeinen Modul-Speisespannung 25 Volt zwei 9 Volt-Spannungen; alle Operationsverstärker IC1 bis IC5 brauchen zur Speisung diese beiden Spannungen. Gemeinsamer Bezugspunkt dieser Spannungen ist eine Hilfsmasse (eingeklammertes Massezeichen), die am Knotenpunkt der Elkos C1 und C2 entsteht.
Von diesem Knotenpunkt aus gesehen liegt die echte Masse (untere Leitung) um 9 Volt niedriger, dies bedeutet für die auf die Hilfsmasse bezogene Einstellung der Operationsverstärker -9 Volt. Der mit + bezeichnete obere Belag von Elko C1 ist um 9 Volt höher als die Hilfsmasse, dieser Ausgang der Stromversorgung liefert die positive Speisespannung von +9 Volt für die Operationsverstärker. Die Hilfsmasse hat in der Tremoloschaltung eine interne Bedeutung, sie wird lediglich beim Lesliezusatz nochmals verwendet. Bei der Verbindung des Tremolo mit anderen Moduln ist nur die echte Masse zu berücksichtigen.
Links oben in Bild 6 ist der Sinusgenerator



eingezeichnet. R5 dient, wie später beschrieben wird, zur Einstellung des Generators. Das Doppelpoti R6 ist der Schiebeeinsteller für die Modulationsfrequenz. Im Ausgang des Generators liegt das Poti R9 für die Einstellung der Modulationstiefe.

Die Operationsverstärker IC2 und IC4 sind die Impedanzwandler in den Signaleingängen des Tremolos.

Die Modulatoren bestehen aus je einem Feldeffekttransistor und einem Operationsverstärker (T1 und IC3 im linken Kanal, T2 und IC5 im rechten Kanal).

Das Steuersignal für den oberen Modulator kommt über R12 vom Abgriff des Potis für die Modulationstiefe. In der Steuerleitung des unteren Modulators befindet sich auf dem Print eine zusätzliche Drahtbrücke. Wenn später das Leslie angeschlossen wird, entfällt diese Drahtbrücke. Das Steuersignal wird dann vom Ausgang „Mod. Aus" über die Phasenumkehr-Stufe der Leslieeinheit geschleift, kommt über „Mod. Ein" wieder herein und gelangt über R22 auf den Eingang des unteren Modulators. R14 und R23 sind Trimmpotis zum exakten Abgleich der Modulatoren.

An den rechten Belägen der Kondensatoren C8 und C12 stehen die beiden Ausgangssignale. Sie gelangen über einen doppelpoligen Umschalter S1 zum Ausgang; steht S1 aber in der eingezeichneten Stellung, so ist die gesamte Tremoloschaltung außer Funktion gesetzt, denn die beiden Eingangssignale gelangen unmittelbar zum Ausgang. Natürlich ist das Tremolo auch dann außer Funktion, wenn der Einsteller für die Modulationstiefe auf Null Prozent steht. Jede elektronische Schaltung liefert aber zum verarbeiteten Signal einen Verzerrungsbeitrag, deshalb ist es besser, eine nicht benutzte Schaltungseinheit einfach zu umgehen.

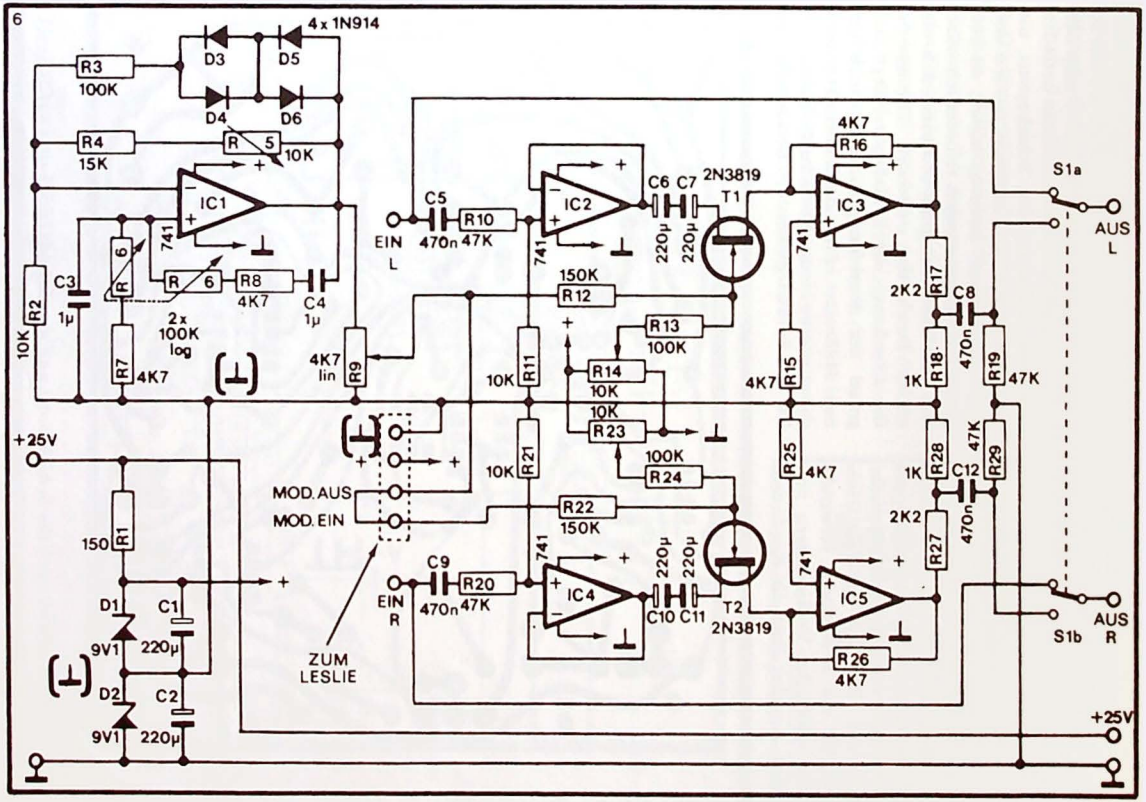


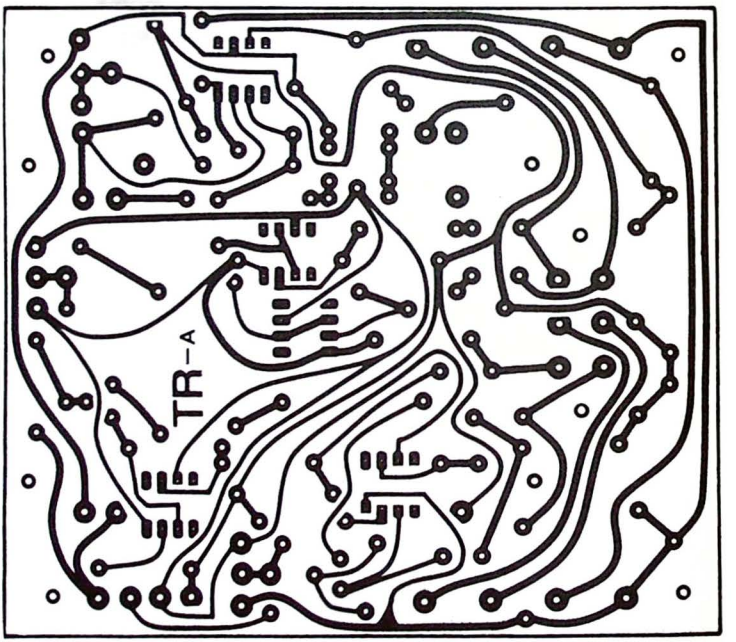
Bild 6. Die Gesamtschaltung des Tremolos. Dank der fünf Operationsverstärker IC1 bis IC5 stehen Nachbausicherheit und Qualität in einem günstigen Verhältnis. Nicht vergessen: Drahtbrücke zwischen Mod-Aus und Mod-Ein, solange das Leslie nicht angeschlossen ist!

BAUHINWEISE TREMOLO

Das Tremolo ist eine unabhängige Einheit, es kann ohne den Lesliezusatz gebaut und betrieben werden. Die Baubeschreibung des Leslies mit nur fünf Bauelementen und einer sehr schmalen Frontplatte folgt in der nächsten Ausgabe.

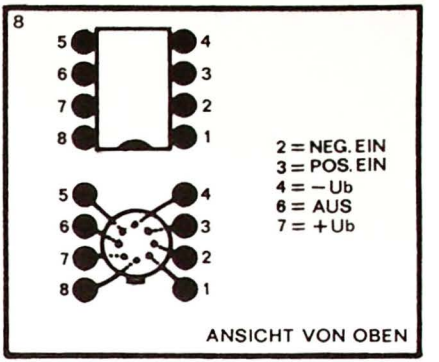
Der Print für das Tremolo (unten) ist recht groß ausgefallen, dafür nimmt er aber auch alle Bauelemente einschließlich des doppelpoligen Umschalters und der beiden Schiebewiderstände auf. Ein Teil der Printfläche kann nicht für die Bestückung verwendet werden, da zahlreiche Verbindungen vom Eingang zum Ausgang über die Kupferseite geführt werden. Dieses Layout hat den Vorteil, daß die Verbindungen dieses Moduls zu den anderen sehr kurz sind. Bild 7 zeigt den Bestückungsplan. Die Bauelemente befinden sich zum Teil unter den Schiebepotis, die mit Abstandsröhrchen montiert werden und somit eine höhere Bauhöhe haben, als aufgrund ihrer Abmessungen erforderlich wäre. Die maximale Bauhöhe bestimmt sich zunächst durch die stehenden Trimmpotis. Die Oberkante der Schiebepotis liegt aufgrund der überhöhten Montage noch um zwei Millimeter höher, dafür entsteht jedoch darunter eine Menge Bestückungsfläche.

Zu den Besonderheiten der Bestückung: Als

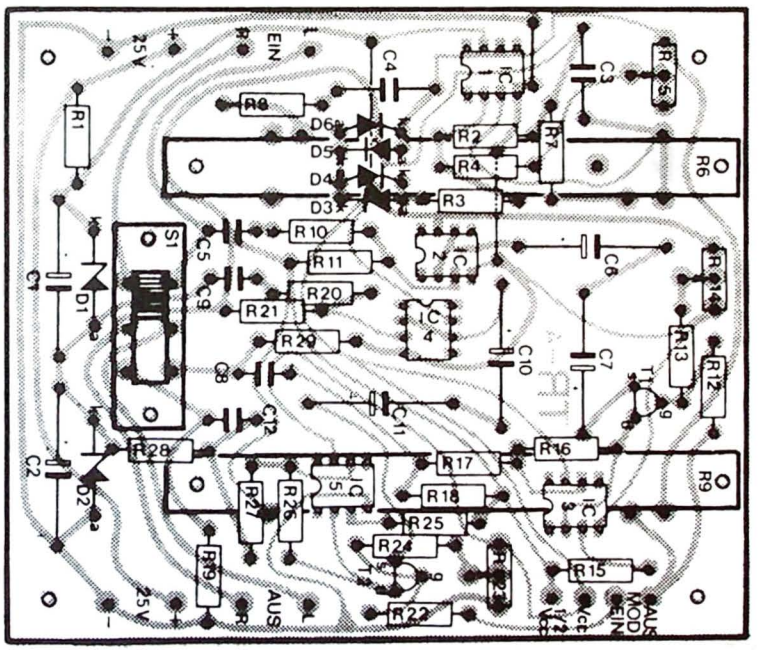


Der Print nimmt auch die Schiebepotis und den EIN/AUS-Schalter auf.

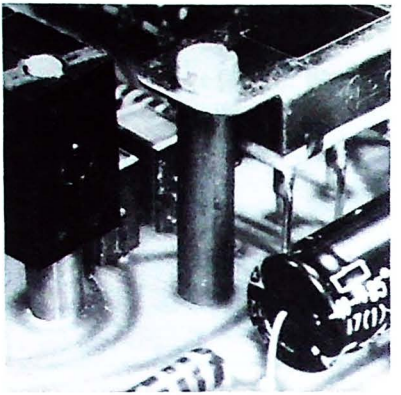
Bild 8. Die Anschlußbelegung des Operationsverstärker 741. Oben die Mini-DIL-Ausführung, unten das runde Gehäuse. Zu beachten: Ansicht von oben!



Operationsverstärker können die Typen mit rundem Gehäuse oder die Mini-DIL-Ausführungen mit 2 x 4 Pins verwendet werden, jedoch nur ohne Fassung, mit Rücksicht auf die begrenzte Bauhöhe unter den Potis. In Bild 8 sind die Anschlußbelegungen beider Typen einander gegenübergestellt. Beim Montieren ist unbedingt auf die Lage der Markierung zu achten; nur eine der möglichen Einbaulagen ist richtig!



3 Drahtbrücken nicht vergessen!



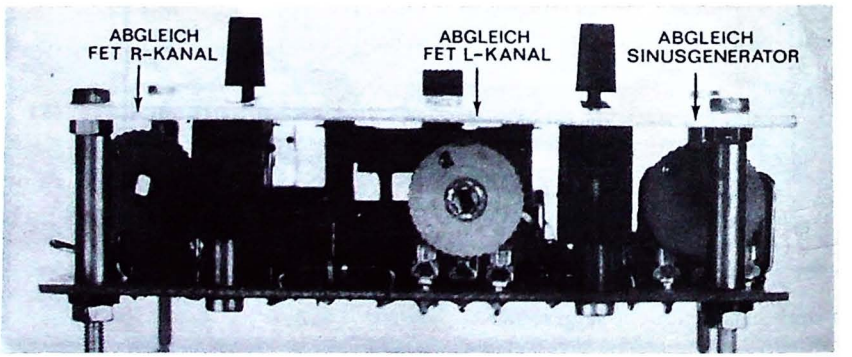
Das Stereopoti R6 kann auf zwei Arten montiert werden, jedoch ist nur eine richtig. Diese ist erkennbar an der 7. Lötöse, mit denen die gängigen Markenpotis ausgestattet sind. Die Öse, die zur internen Abschirmung der beiden Potihälften dient (dazu muß sie mit Masse verbunden werden, was hier nicht erforderlich ist), befindet sich bei richtiger Montage neben Elko C6, sie wird einfach nach oben abgebogen.

Die Bestückung beginnt mit den Lötstiften der Ein- und Ausgänge. Es folgen die Widerstände und Kondensatoren; bei den Elkos ist auf die Polarität zu achten. Auch bei allen Halbleitern: Dioden, Zenerdioden, Operationsverstärkern und FETs muß Einbaulage streng beachtet werden; die FETs haben eine abgeplattete Seite, die im Bestückungsplan eingezeichnet ist.

Vor dem Einbau der Schiebepotis verlängert man die Anschlüsse durch Anlöten kurzer Drahtstücke, z.B. der abgekniffenen Drähte der Widerstände. Die Befestigung der Potis erfolgt mit je zwei Schrauben M3. Die Potis sind mit Gewindebohrungen ausgestattet, die Schrauben werden einfach von der Lötseite eingeschraubt (evtl. Isolierscheiben unterlegen). Auf der Bestückungsseite bestimmen Abstandsröhrchen von 5 mm Länge die Bauhöhe der Potis. Übrigens richtet sich die Länge der Schrauben nach den vorhandenen Potitypen, sie beträgt entweder 10 mm oder 20 mm. Die Montage des Schiebeschalters erfolgt auf die gleiche Weise, die Abstandsröhrchen haben eine Länge von 22 mm.

INBETRIEBNAHME

Abgleichanweisungen gehören zu den Dingen, die man bei P.E. nicht gerne in P.E. sieht. Das Labor ist deshalb stets bemüht, die Schaltungen so auszuführen, daß keine Abgleichorgane enthalten sind. In der Tremoloschaltung sind drei Trimmpotis notwendig, insbesondere wegen der starken Streuung in den FET-Daten. Allerdings werden teuere



Meßgeräte für den Abgleich nicht benötigt. Zunächst legt man die Speisespannung von 25 Volt an. Die Einsteller für Frequenz und Modulationstiefe werden auf maximal gestellt. Ein auf Wechselspannung geschaltetes Universalmeßgerät verbindet man mit den Schaltungspunkten „Mod. Aus" und +9 Volt. Mit dem Trimmer R5 in der Gegenkopplungsleitung des Operationsverstärkers im Sinusgenerator wird eine Spannung von 4 Volt eingestellt. Der Generator erzeugt dann einen schönen, sauberen Sinus.

Die Einstellung der FET-Arbeitspunkte erfolgt am besten mit einem Musiksignal am Eingang. Dieses Signal kann z.B. von Band oder von einem Tuner kommen. Das Poti für die Modulationstiefe wird auf Null % eingestellt. Man stellt die Trimmer so ein, daß die Lautstärke des Ausgangssignals mit und ohne Tremolo (EIN- und AUS-Zustand des Schiebeschalters) gleich groß ist. Das Signal läßt man zu diesem Zweck über einen Verstärker mit angeschlossenen Boxen laufen. Wenn das Modul nicht tut, was man von ihm

STÜCKLISTE

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT, AUSSER R 1

R 1 = 150 Ohm, 1/2 Watt
R 2 = 10 k-Ohm
R 3 = 100 k-Ohm
R 4 = 15 k-Ohm
R 5 = 10 k-Ohm, Trimmer
R 6 = 100 k-Ohm, log., Schiebepoti, Stereo
R 7 = 4,7 k-Ohm
R 8 = 4,7 k-Ohm
R 9 = 4,7 k-Ohm, lin. Schiebepoti, Mono
R 10 = 47 k-Ohm
R 11 = 10 k-Ohm
R 12 = 150 k-Ohm
R 13 = 100 k-Ohm
R 14 = 10 k-Ohm, Trimmer
R 15 = 4,7 k-Ohm
R 16 = 4,7 k-Ohm
R 17 = 2,2 k-Ohm
R 18 = 1 k-Ohm
R 19 = 47 k-Ohm
R 20 = 47 k-Ohm
R 21 = 10 k-Ohm
R 22 = 150 k-Ohm
R 23 = 10 k-Ohm, Trimmer
R 24 = 100 k-Ohm
R 25 = 4,7 k-Ohm
R 26 = 4,7 k-Ohm
R 27 = 2,2 k-Ohm
R 28 = 1 k-Ohm
R 29 = 47 k-Ohm

KONDENSATOREN

C 1 = 220 uF, 16 V, axial
C 2 = 220 uF, 16 V, axial
C 3 = 1 uF] Raster 15 mm
C 4 = 1 uF] keine Elkos!
C 5 = 470 nF, Siemens MKM
C 6 = 220 uF, 16 V, axial
C 7 = 220 uF, 16 V, axial
C 8 = 470 nF, Siemens MKM
C 9 = 470 nF, Siemens MKM
C 10 = 220 uF, 16 V, axial
C 11 = 220 uF, 16 V, axial
C 12 = 470 nF, Siemens MKM

HALBLEITER

D 1 = Zenerdiode 9,1 V, 1Watt
D 2 = Zenerdiode 9,1 V, 1Watt
D 3 = 1 N 914
D 4 = 1 N 914
D 5 = 1 N 914
D 6 = 1 N 914
T 1 = 2 N 3819
T 2 = 2 N 3819
IC 1 = 741
IC 2 = 741
IC 3 = 741
IC 4 = 741
IC 5 = 741

SONSTIGES

Schiebeschalter
2 x UM

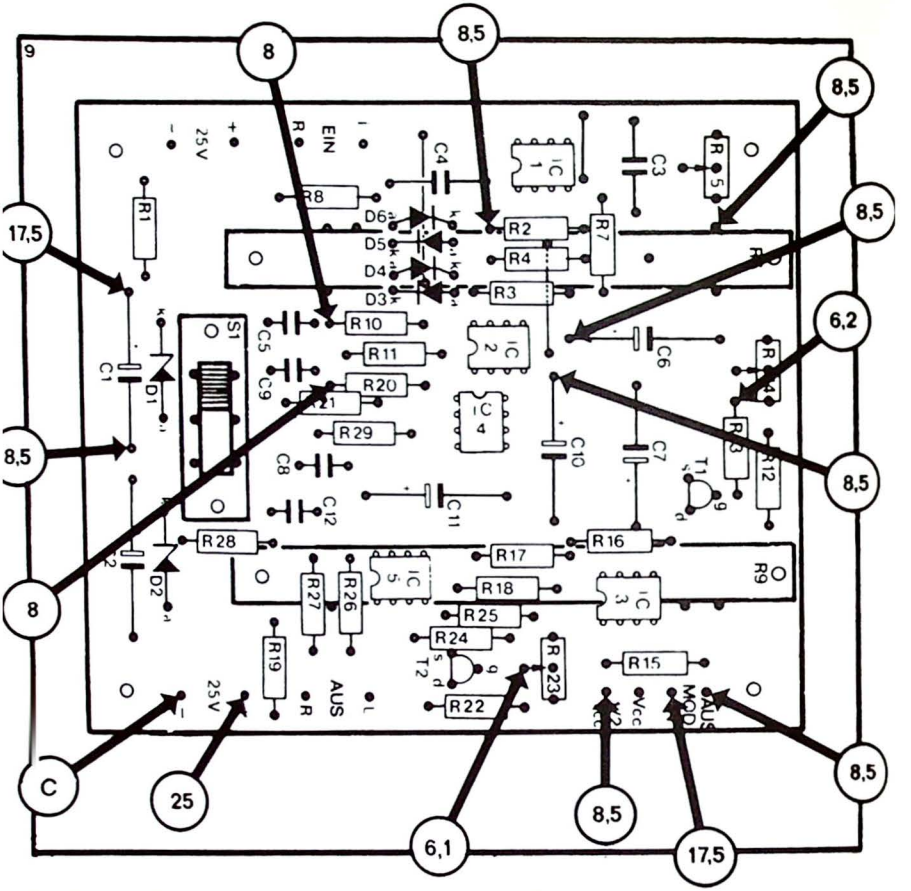


Bild 9. Der Spannungsplan. Die gemessenen Werte sollten bei einer Speisespannung von exakt 25 Volt und der im Text angegebenen Meßvorschrift um nicht mehr als 0,5 Volt von den angegebenen abweichen.

erwartet, prüft man die Gleichspannungen an einigen wichtigen Schaltungspunkten. Im Spannungsplan Bild 9 sind die Werte angegeben. Sie wurden unter folgenden Bedingungen gemessen: Innenwiderstand Meßgerät 20 Kiloohm/Volt, Modulationstiefe 100 %, Frequenz 30 Hertz, kein Eingangssignal.

MIKRO-3

ELEKTRONISCHE SIRENE

Die in Teil 2 dieser Serie beschriebenen Experimente haben gezeigt, daß ein Signalhorn oder Summer elektronisch gesteuert werden kann. In diesem Teil dient eine getrennte Schaltung als Steuerblock für das Signalhorn.

EXPERIMENT 1

Für dieses Experiment wird der Blinker von Mikro-1 benötigt, er dient als Steuerschaltung. Gesteuert wird das Signalhorn aus Mikro-2. Die beiden Prints werden mit drei Drähten verbunden, und zwar die Punkte 5, 6 und 8 des Blinkers mit den Punkten 1, 2 und 4 des Summers.

An die Printstelle „O" im Blinker kommt eine Drahtbrücke, sie verbindet den Kollektor von T2 mit dem Ausgang, Punkt 6. An die Printstelle A im Signalhorn kommt eine Germaniumdiode, z.B. AA 119 oder OA 85; die Kathode muß außen, an Punkt 2 liegen (Bild 1, Bild 2).

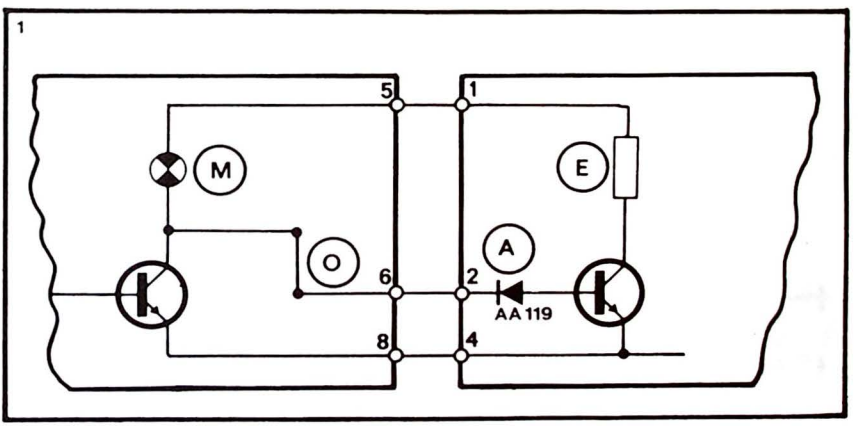


Bild 1. Kopplung des Blinkers links mit dem Signalhorn rechts. Zusätze: eine Drahtbrücke bei „O" und eine Germaniumdiode bei „A".

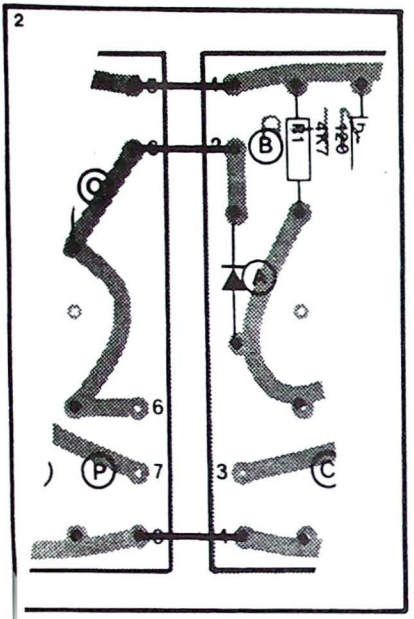
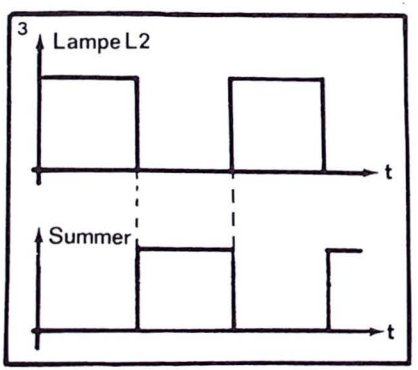


Bild 2. Kopplung der beiden Prints.

Bild 3. EIN-und AUS-Zustände von Blinker und Summer im zeitlichen Ablauf.



Legt man die Speisespannung an, so erzeugt die zweite Schaltung einen unterbrochenen, sog. intermittierenden Ton. Wenn die Lampe L2 leuchtet, schweigt der Lautsprecher.

Die Erklärung ist einfach. In der Blinkerschaltung, einem astabilen Multivibrator, leiten und sperren die Transistoren im Gegentakt. Wenn T2 sperrt, ist die Lampe L2 aus, die Kollektorspannung von T2 ist hoch. Die Germaniumdiode sperrt, denn die Spannung an ihrer Kathode ist höher als an der Anode. Der Summer arbeitet ungestört.

Leitet dagegen T2, dann ist seine Kollektorspannung niedrig (annähernd Massepotential). Die Diode leitet in dieser Situation und legt die Basis des Transistors auf Massepotential, so daß der Transistor sperrt und der Summer schweigt, wie sich bereits beim vierten Experiment in Mikro-2 gezeigt hat.

EXPERIMENT 2

Die Germaniumdiode aus dem ersten Experiment wird nun umgekehrt eingelötet. An die Stelle der Drahtbrücke an der Printstelle „O" im Blinker kommt der Trimmerprint, in Bild 4 durch einen einstellbaren Widerstand symbolisiert.

Beim Anlegen der Speisespannung produziert die Schaltung ein Zweitonsignal. Die Tonhöhe des höheren Tones läßt sich mit den Potis auf dem Trimmerprint beeinflussen, dabei kann man eine Differenzfrequenz einstellen, die an das Zweitonsignal der Polizeifahrzeuge erinnert.

Wie im fünften Experiment in Mikro-2, entsteht der höhere Ton dadurch, daß zu dem Basiswiderstand B im Summer der Potiprint zeitweise parallel geschaltet wird.

Solange T2 im Blinker sperrt, ist die Kollektorspannung hoch, denn der kleine Strom, der vom Pluspol über die Lampe, die Trimmer, die Diode und den Transistor nach Masse fließt, ist so klein, daß an dem niedrigen Kaltwiderstand der Lampe nur sehr wenig Spannung abfällt. Die linke Seite des Trimmers liegt also praktisch an Plus und

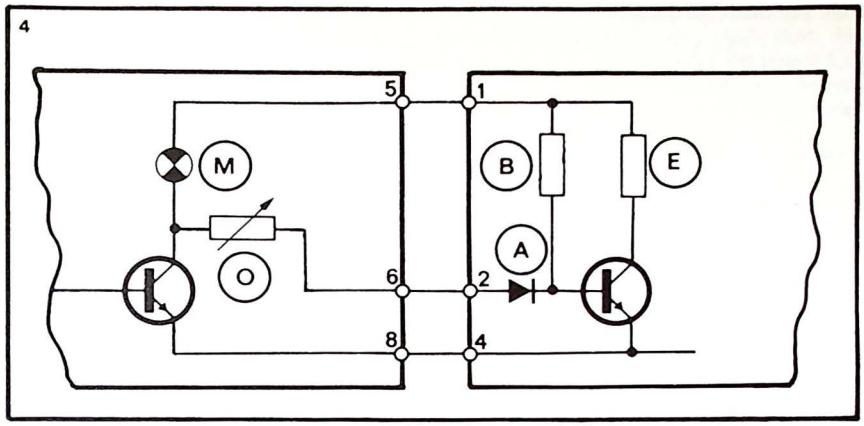
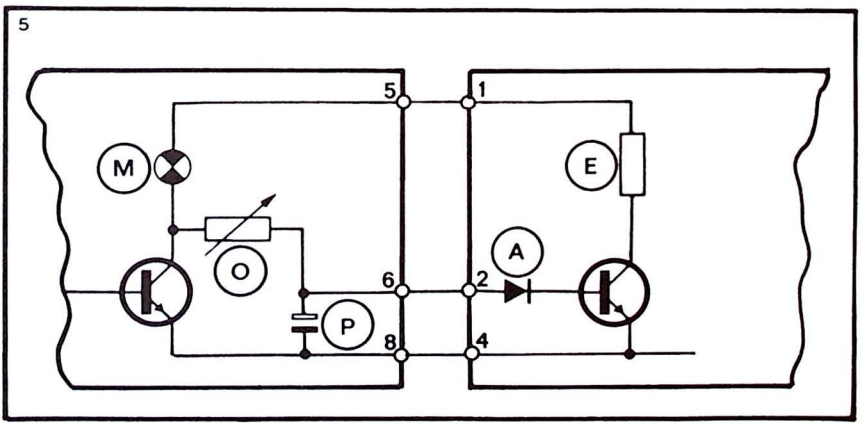


Bild 4. Beim Zweitonsummer wird ein (einstellbarer) Widerstand „O" intermittierend zum frequenzbestimmenden Widerstand „B" parallelgeschaltet.

die rechte Seite über die leitende Diode an der Basis des ersten Transistors im Summer. Damit liegt die Trimmerschaltung parallel zu dem Widerstand an der Printstelle „B", die Frequenz des Summers ist höher. Allerdings nur dann, wenn Transistor T2 im Blinker sperrt. In der anderen Blinkerphase, wenn T2 leitet, ist seine Kollektorspannung fast

Bild 5. Ein Integrator, bestehend aus Widerstand „O" und Kondensator „P", macht aus dem Zweitonsummer eine Sirene.



Null. Die Diode sperrt, denn ihre Anode liegt auf Null Volt, die Kathode ist positiv (0,7 Volt). Die Trimmerschaltung hat keinen Einfluß; der Summer schwingt auf seiner (niedrigeren) Grundfrequenz.

EXPERIMENT 3

Bei einer Sirene ändert sich die Tonhöhe ständig, sie heult.

Der Versuchsaufbau aus dem zweiten Experiment läßt sich mit einfachsten Mitteln zu einer Sirene erweitern. Ein Elko mit 470 Mikrofarad wird von Punkt 6 nach Masse geschaltet, dazu ist die Printstelle „P" auf dem Blinkerprint vorgesehen. Bild 5 zeigt den entsprechenden Schaltungsausschnitt.

Die Blinkfrequenz muß für dieses Experiment niedriger sein. Deshalb werden die beiden Widerstände 2,2 Kiloohm durch 8,2 Kiloohm ersetzt.

Nach dem Anlegen der Speisespannung heult es aus dem Lautsprecher. Wie funktioniert das?

Der Kondensator verhindert, daß beim Umschalten des Blinkers der Trimmerprint abwechselnd ein- und ausgeschaltet wird. Wenn nach dem Anlegen der Speisespannung die Kollektorspannung von T2 zum erstenmal hoch ist, lädt sich der Elko langsam über die Trimmerwiderstände auf (Bild 6). Nach dem Umschalten des Blinkers entlädt sich der Kondensator langsam usw. Das Netzwerk aus Widerstand (Trimmerwiderstände) und Elko wird Integrator genannt.

Der Einfluß der sich langsam ändernden Spannung kann übrigens durch langsames Verdrehen eines Potis auf dem Trimmerprint simuliert werden.

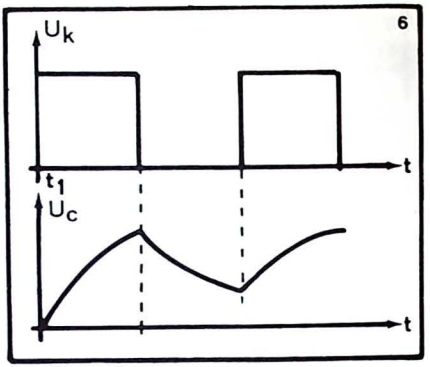
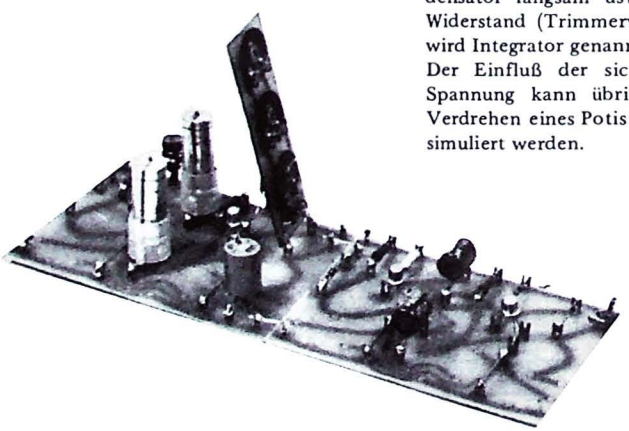


Bild 6. Ein Integrator, gesteuert mit einer Rechteckspannung (oben), erzeugt die unten dargestellte Spannung.



50 Watt-Modul im Test

Teil 2:
Klirrfaktor und Dämpfungsfaktor

Neben den im ersten Teil besprochenen Verstärkereigenschaften: Frequenzgang und Signal/Rausch-Verhältnis sind der Klirrfaktor und der Dämpfungsfaktor wichtige Qualitätsmerkmale. Zu den Kenndaten eines Verstärkers zählen auch die Eingangsimpedanz, die Eingangsempfindlichkeit und die Anschlußimpedanz (z.B. 4 Ohm); diese Größen stehen jedoch nicht im Zusammenhang mit qualitativen Eigenschaften.

DER KLIRRFAKTOR

Ein Fehler, den jeder Vor- oder Leistungsverstärker hat, ist die Verzerrung des Signals.

Jede periodische Wechselspannung kann in sinusförmige Signale zerlegt werden, die durch unterschiedliche Frequenzen und bestimmte Amplituden- und Phasenbedingungen gekennzeichnet sind. So ist z.B. auch die Rechteckspannung als Summe aus sinusförmigen Wechselspannungen aufzufassen. Dies ist einer der Gründe dafür, daß Sinussignale in der Elektronik, insbesondere auch in der elektronischen Meßtechnik, eine große Rolle spielen.

Auch die Verzerrungen werden mit einem Sinussignal gemessen. Am Ausgang eines Verstärkers hat die Wechselspannung eine etwas abweichende Kurvenform, wenn auf den Eingang ein Sinussignal gelegt wird. Im Ausgangssignal sind außer der Grundfrequenz (Frequenz des Eingangssignals) auch Signalanteile mit ganzzahligen Vielfachen der Grundfrequenz enthalten. Aufgrund dieser Tatsache spricht man von „harmonischer Verzerrung".

Ursache dafür sind sogenannte nichtlineare Eigenschaften der in der Schaltung verwendeten Halbleiter. Darauf kann hier jedoch nicht ausführlich eingegangen werden. Der Klirrfaktor gibt in Prozenten an, wie groß der Anteil der harmonischen Verzerrung am Ausgangsignal ist. Dazu ein Beispiel: Am Eingang liegt ein Meßsignal mit der Frequenz 1 Kilohertz. Seine Amplitude ist so gewählt, daß die Signalspannung am Ausgang 1 Volt beträgt. Mit Hilfe eines speziellen Meßverfahrens (es wird später beschrieben) können auch die Anteile der harmonischen Verzerrung gemessen werden. Haben sie z.B. den Wert 0,01 Volt, so beträgt der Klirrfaktor 1%.

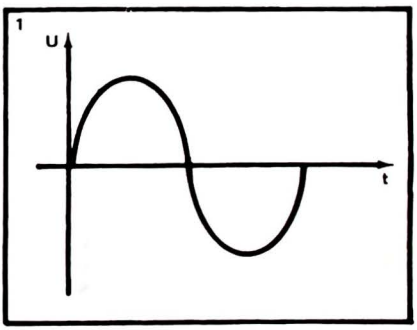


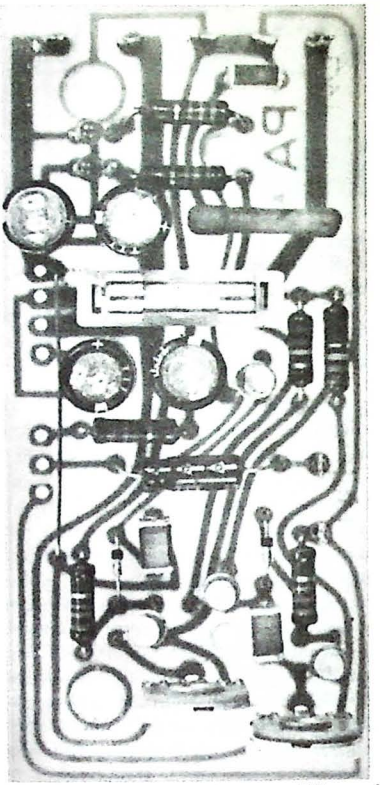
Bild 1. Alle periodischen Wechselspannungen bestehen aus Sinussignalen mit unterschiedlicher Frequenz, Amplitude und Phase.

Diese Angabe alleine reicht jedoch zur Beurteilung des Verstärkers nicht aus, weil sie sich nur auf eine Meßfrequenz und eine willkürlich gewählte Amplitude (1 Volt) am Ausgang bezieht. Für andere Frequenzen und Amplituden kann der Klirrfaktor andere Werte haben. Die Messung des Klirrfaktors erfordert allerdings je Meßpunkt einen erheblichen Zeitaufwand, ebenfalls das Vergleichen von Verstärkern durch Gegenüberstellung von einigen -zig Klirrfaktorwerten, die bei verschiedenen Frequenzen und Amplituden gemessen wurden. In der Praxis haben sich zwei vereinfachte Verfahren durchgesetzt. Bei dem ersten wird der Klirrfaktor bei 1 Kilohertz und bei der Ausgangsspannung angegeben, die in einem Lastwiderstand mit Nenn-Anschlußimpedanz die Nennleistung erzeugt. Beim 50 Watt-Modul, das einen 4 Ohm-Lautsprecher steuert, wäre der Klirrfaktor demnach bei 1 Kilohertz und 14,14 Volt Ausgangsspannung zu messen siehe dazu P.E. Nr. 4, Seite 47).

as zweite Verfahren ist etwas aufwendiger. ierbei wird mit Hilfe einer Graphik für zwei der drei Frequenzen der Klirrfaktor in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung angegeben. Bild 4 dieses Beitrags zeigt ein Beispiel.

Wie wird der Klirrfaktor gemessen? Das Verfahren ist sehr aufwendig. Zunächst ist eine Wechselspannungsquelle erforderlich, die eine möglichst exakt sinusförmige Spannung erzeugt. Ein solches Gerät heißt Sinusgenerator, es besteht ebenfalls aus Transistorschaltungen, daher tritt auch im Ausgangssignal des Sinusgenerator die harmonische Verzerrung auf. Preiswerte Geräte haben z.B. einen Klirrfaktor von 0,5%, sie sind also hier unbrauchbar. Mit Rücksicht auf den Verwendungszweck sind an den für die Klirrfaktormessung verwendeten Generator allerhöchste Anforderungen zu stellen.

Zur Messung des Verzerrungsanteils im Ausgangssignal müssen die fremden Anteile getrennt gemessen werden. Die Trennung erfolgt mit einem abgestimmten Filter, das eine bestimmte, einstellbare Frequenz nicht durchläßt. Alle Signalanteile mit höheren oder niedrigeren Frequenzen passieren das Filter ungeschwächt.



Mißt man den Frequenzgang eines z.B. auf die Frequenz 1 Kilohertz abgestimmten Filters auf die gleiche Weise wie die Bandbreite (Meßverfahren wie im Teil 1 dieses Beitrags beschrieben), so erhält man eine Übertragungskennlinie nach Bild 2. Alle Frequenzen werden übertragen (Abschwächung Null dB), nur die Frequenz, auf die das Filter abgestimmt ist, wird stark abge-

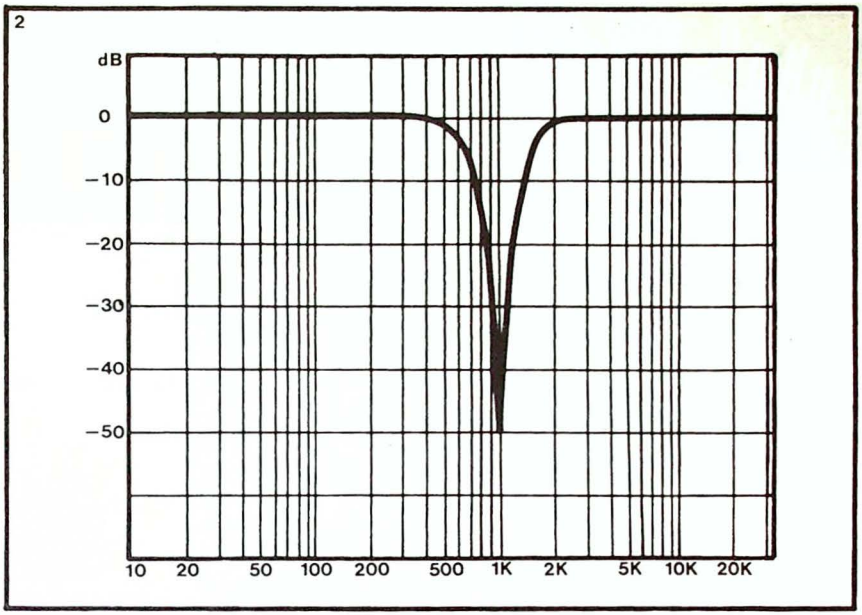


Bild 2. Die Durchlaßkennlinie eines Filters, wie es für die Klirrfaktormessung benötigt wird. Das Filter läßt alle Frequenzen passieren, mit Ausnahme der Frequenz, auf die es abgestimmt ist.

schwächt, und zwar um 50 dB, entsprechend 1 : 316.

Selbstverständlich darf die 1. Harmonische der Filterfrequenz,in diesem Beispiel die Frequenz 2 Kilohertz, nicht abgeschwächt werden. Je schmaler die Spitze der Kurve ist, um so besser ist das Filter. Übrigens heißt eine solche Spitze in einer Kurve im Fachjargon „Peak" (sprich: Piek).

Wenn die zweite Harmonische im Filter um einige dB abgeschwächt wird, mißt man als Klirrfaktor einen zu niedrigen, also zu guten Wert.

Was die Klirrfaktormessung so umständlich macht, ist die exakte Einstellung des Filters auf die Meßfrequenz und einen scharfen Peak. Die sogenannten Klirrfaktor-Meßbrücken fallen durch ihre Vielzahl an Bedienungselementen auf. Bei der im P.E.-Labor verwendeten Meßbrücke muß das Filter mit 6 Einstellern abgeglichen werden. Da außerdem eine wechselseitige Abhängigkeit der Einstellung auftritt, ist der Abgleichvorgang einige Male zu wiederholen.

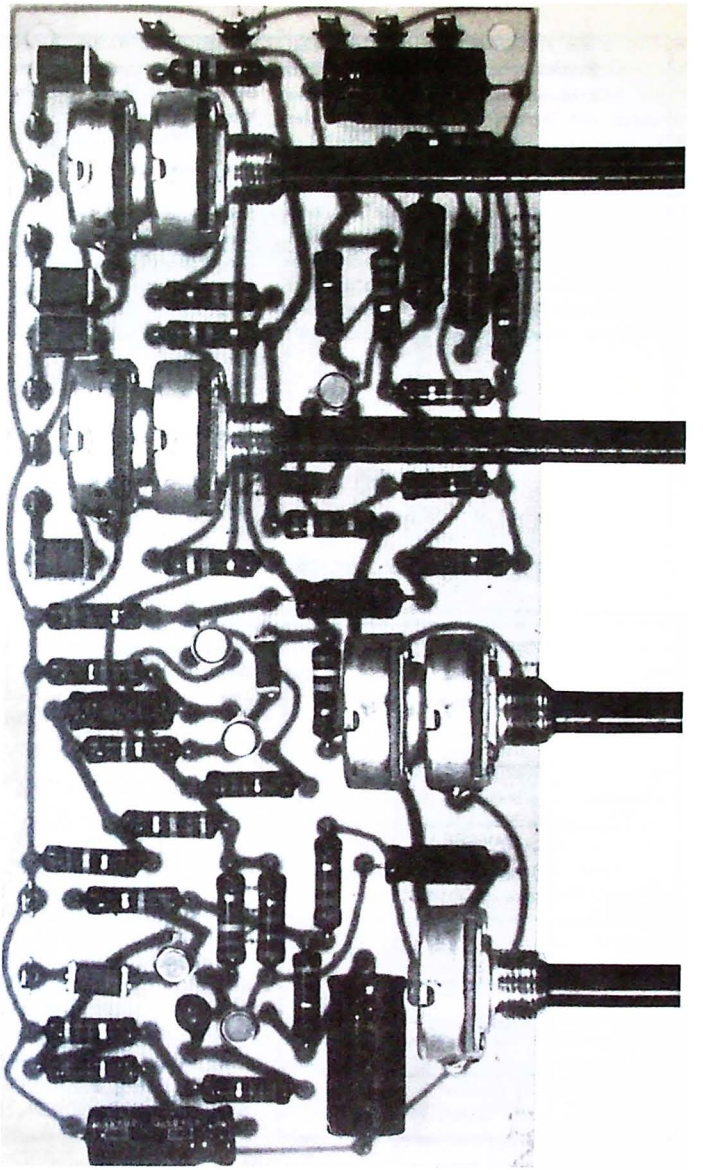
Zur Messung der Wechselspannung, die vom Filter durchgelassen wird, dient ein emfindliches Wechselspannungsmeßgerät. Empfindlich muß es sein, weil ja nur die relativ kleinen Verzerrungsanteile des Verstärkersignals zu messen sind.

Regelmäßig arbeitet man bei der Klirrfaktormessung auch mit einem empfindlichen

(Schluß auf Seite 55)

- EINGÄNGE: 2 x STEREO-LINE, 1 x MIKRO (PANORAMA)
- LINE-EINGÄNGE:
  - FREQUENZBEREICH 15 Hz....50 kHz (-1 dB)
  - VERSTÄRKUNG 0,3
  - MAX. EINGANGSSPANNUNG 2 V
- MIKROFON-EINGANG:
  - FREQUENZBEREICH 15 Hz....15 kHz (-3 dB)
  - VERSTÄRKUNG 33
  - MAX. EINGANGSSPANNUNG 10 mV
- AUSGANGSIMPEDANZ: 500 Ω
- STROMVERSORGUNG: 9 V-BATTERIE

Zwischen dem hier beschriebenen Mischpult „ersten Grades" und einem professionellen Regiemischpult „höchsten Grades" sind zahlreiche Ausführungen mit zunehmenden Mischmöglichkeiten bei steigendem Aufwand denkbar; eine dieser Varianten ist das Mischmodul der P.E. -Modulserie.
In der Hitparade wurden alle Nennungen dem Minimix zugeschlagen, wenn nicht ausdrücklich „Mischmodul" angegeben war. Einigen Lesern dürfte deshalb der „Minimix" zu einfach sein. Für höhere Ansprüche ist die Schaltung des Misch-Moduls gedacht, denn selbstverständlich kann diese Schaltung auch unabhängig vom Modulsystem verwendet werden.
Ein Mischpult hat gerade für die Newcomer unter den Freizeitelektronikern einen besonderen Reiz. Es macht schon Spaß, Musik zu kommentieren, Sprache mit Musik zu unterlegen oder weiche Übergänge zwischen zwei Musikstücken herzustellen. (Schade, daß man kaum Gelegenheit bekommt, einem unliebsamen Politiker den Ton abzudrehen).
Auch für einen Mischer gilt, daß der Nachbau um so sicherer gelingt, je einfacher die Schaltung ist. Deshalb wurde gerade mit Rücksicht auf die Newcomer der Aufbau einfach und übersichtlich gehalten und wurden die Mischmöglichkeiten auf ein Minimum beschränkt. Mit den heute in fast jedem Haushalt vorhandenen Tonquellen (Tuner, Plattenspieler, Kassettenrekorder und dessen Mikrofon) lassen sich die Eingänge des Minimix bereits voll auslasten. Die Empfindlichkeit der Eingänge wurde mit Absicht nicht allzu hoch gewählt, weil höhe Verstärkungsfaktoren den Aufbau schwieriger gestalten.
Der Minimix ist im übrigen auch für Dia- und Filmvertonung sehr geeignet.

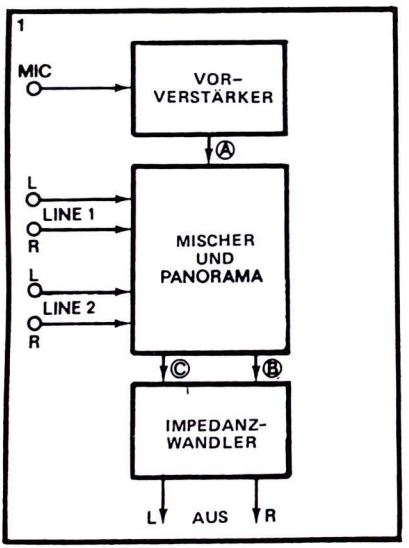


Was muß ein einfaches Mischpult minimal können? Zunächst muß es auf jeden Fall einen Mikrofoneingang haben, aber hier scheiden sich bereits die Geister: Muß der Mikroeingang in Stereo ausgeführt sein? Für Perfektionisten sicherlich. Wer aber nur ein Mikrofon hat, und das dürften die meisten Interessenten sein, soll nicht zur Anschaffung eines zweiten Mikrofons genötigt werden. Ein Teil der Effektmöglichkeiten des Stereomikrofons läßt sich auch mit nur einem Mikrofoneingang verwirklichen, wenn der Mikrofonkanal einen Panoramamischer enthält. Mit dieser Einrichtung kann man dem Mikrofonsignal jeden Platz im Stereobild geben. Steht der Panoramamischer in Mittelstellung, so ist das Mikrofonsignal in beiden Ausgangssignalen gleichgewichtig repräsentiert. In den Anschlagstellungen ist das Signal nur im rechten oder im linken Kanal vorhanden.

Strittig ist auch die Frage, wieviel Stereo-Eingänge ein Mischpult minimal haben muß. Benötigt werden nur soviel Eingänge, wie Tonquellen zur Verfügung stehen; in den meisten Fällen, insbesondere bei der Dia- und Filmvertonung, sind ein Plattenspieler und ein (Kassetten-) Rekorder vorhanden und ausreichend. Deshalb begnügt sich der Minimix mit zwei Stereoeingängen, die im übrigen keine hohe Empfindlichkeit haben, weil die Ausgangsspannungen von Tuner und Bandgerät zur Steuerung dieser Eingänge ausreichen.

Ein Plattenspieler mit magnetodynamischem Abtastelement liefert allerdings zu wenig Spannung. Zu einem solchen Gerät gehört aber immer ein (Entzerrer-) Vorverstärker, der seinerseits auf den Vorverstärker der Wiedergabeeinheit arbeitet. Am Ausgang „Bandaufnahme" dieser Einheit kann das für den Mischer benötigte Signal ausgekoppelt werden.

Bild 1. Das einfache Blockbild des Minimix.



DAS BLOCKSCHALTBILD

Aus der obigen Beschreibung des Minimix kann unmittelbar die Blockschaltung des Minimix abgeleitet werden (Bild 1).

Der Mikrofon-Verstärker hebt das schwache Mikrofonsignal auf etwa denselben Pegel an, der auch an den anderen Eingängen zur Verfügung steht. Das verstärkte Mikrofonsignal wird, wie auch die Signale der übrigen Eingänge, der Misch- und Panoramaeinheit zugeführt. Der (Stereo-) Ausgang dieser Einheit arbeitet auf eine Pufferstufe. So ist der Impedanzwandler bezeichnet, der für einen ausreichend niederohmigen Ausgang des Mischpultes sorgt.

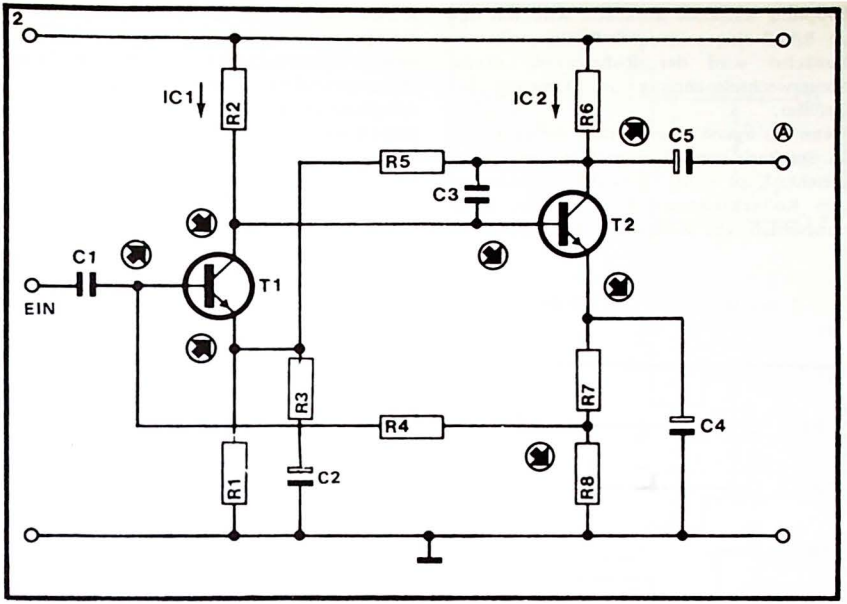


Bild 2. Schaltung des Mikrofon-Verstärkers. Die Pfeile kennzeichnen die Phasenverhältnisse, deren Bedeutung im Text ausführlich erläutert wird.

DER MIKROFONVERSTÄRKER

Zwei gleichspannungsgekoppelte Transistorstufen bilden den Mikrofonverstärker (Bild 2). Gleichspannungskopplung besagt, daß der Ausgang der ersten Stufe (Kollektor T1) mit dem Eingang der zweiten Stufe (Basis T2) unmittelbar verbunden ist, also nicht über einen Trennkondensator. Die Gleichspannung an der Basis von T2 und damit die Gleichspannungseinstellung der zweiten Stufe hängt unmittelbar von der Gleichspannung am Kollektor von T1 ab. Die Basis des ersten Transistors erhält ihre Gleichspannung von einem Spannungsteiler (R7/R8) in der Emitterleitung des zweiten Transistors. Beide Stufen kommen also ohne eine gesonderte Gleichspannungseinstellung aus, wie sie sonst mit dem üblichen Basis-Spannungsteiler erzeugt wird. Im Fall der gegenseitigen Gleichspannungskopplung stabilisieren sich die Gleichspannungseinstellungen wechselseitig, dabei bestimmt im wesentlichen das Spannungsteilerverhältnis die sich einstellenden Spannungswerte.

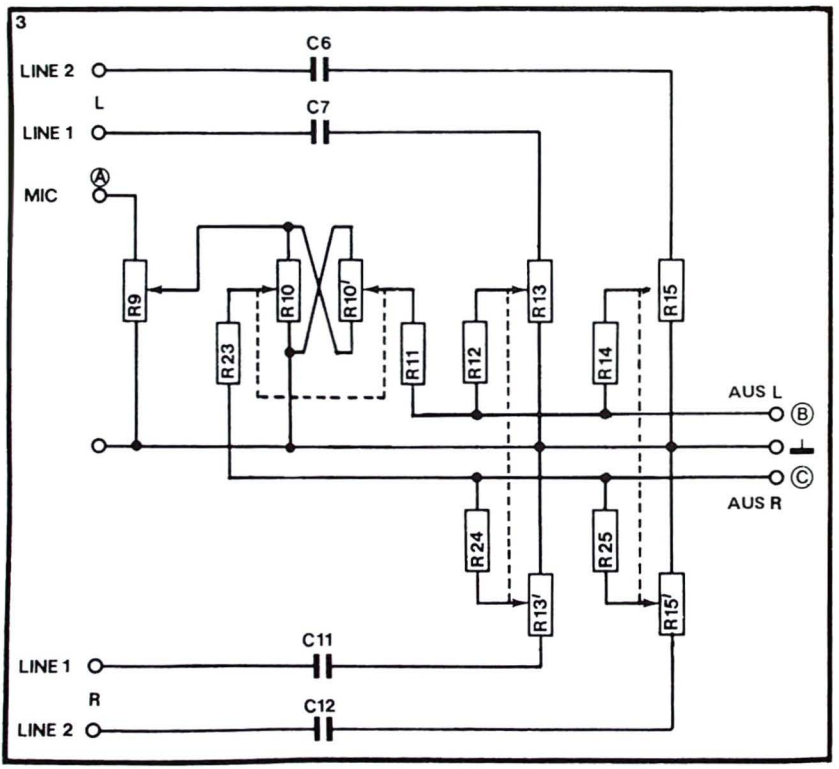
Diese Kopplungsart ist zwar elegant, hat aber Nachteile, da die Stabilität der Schaltung (gegen wildes Schwingen) stark von Streuungen der Bauelemente-Daten, aber auch von der Temperatur abhängt. Mit geeigneten Maßnahmen lassen sich die Gefahren jedoch ausschalten. Zur Unterdrückung der Schwingneigung dienen Gegenkopplungsnetzwerke.

Wie die Spannungseinstellung und die Gegen-

kopplung zustande kommen, wird mit den im Bild 2 eingezeichneten Pfeilen erläutert. Zunächst wird der Ruhezustand (keine Steuerwechselspannung am Eingang) betrachtet.

Wenn aus irgend einem Grund die Spannung an der Basis von T1 steigt (Pfeil nach oben gerichtet), so wird T1 weiter aufgesteuert, sein Kollektorstrom I1 steigt. Der Spannungsabfall am Kollektorwiderstand steigt somit ebenfalls (Ohmsches Gesetz), so daß die Spannung am Kollektor (Speisespannung minus Spannungsabfall an R2) abnimmt (Pfeil nach unten). Diese Spannung wird unmittelbar an der Basis von T2 wirksam, so daß T2 weniger leitet, der Strom I2 abnimmt und auch der Spannungsabfall an R6. Die Spannung am Kollektor von T2 steigt, während die Spannung über dem Spannungsteiler im Emitter fällt. Selbstverständlich

Bild 3. Die Mischpotis und der Panoramaeinsteller bilden die Bedienungselemente des Minimix.



nimmt auch die Spannung am Knotenpunkt des Spannungsteiler ab. Da dieser Punkt über R4 mit der Basis von T1 verbunden ist, wirkt die Spannungsabnahme am Knotenpunkt R6/R7 dem anfangs angenommenen Spannungsanstieg an der Basis entgegen. Es stellt sich also nach einer Spannungsänderung an einem der erwähnten Schaltungspunkte selbsttätig und unmittelbar ein neuer stabiler Zustand der gesamten Schaltung ein, der von dem vorherigen Zustand nur sehr wenig abweicht.

Ein weiterer Gegenkopplungspfad führt vom Kollektor von T2 auf den Emitter von T1. Dazu zwei Vorbemerkungen:

1. Das Glied R3/C2 kann als nicht vorhanden gelten, denn die Betrachtung bezieht sich noch immer auf den Ruhezustand, die reine Gleichstromeinstellung der Schaltung, und C2 sperrt gegen Gleichstrom.
2. Den Pfeil an der Basis denkt man sich weg, und der Pfeil am Emitter von T1 weist für diese Betrachtung nach unten.

Es wird eine irgendwie verursachte Abnahme der Spannung am Emitter von T1 angenommen (Pfeil nach unten gedacht). Da die Spannung an der Basis zunächst noch unverändert ist, entsteht nun eine größere Spannungsdifferenz zwischen Basis und Emitter, der Transistor steuert weiter auf: der Strom I1 steigt, ebenso der Spannungsabfall am Kollektorwiderstand R2. Die Spannung am Kollektor nimmt ab (Pfeil nach unten). Nach einer angenommenen Spannungsabnahme am Emitter passiert also dasselbe wie im ersten Beispiel nach einem angenommenen Spannungsanstieg an der Basis, d.h. die restlichen Pfeilrichtungen gelten auch für dieses Beispiel. Der Widerstand R5 im zweiten Gegenkopplungspfad verbindet den Kollektor von T2 mit dem Emitter von T1. Der Spannungsanstieg am Kollektor von T2 wirkt der angenommenen Spannungsabnahme am Emitter von T1 entgegen.

Selbstverständlich funktionieren beide Gegenkopplungen bei positiven und negativen Spannungsänderungen an den betrachteten Schaltungspunkten. Dreht man in beiden Beispielen die Pfeile konsequent um, so läßt sich die Wirkung der Gegenkopplung auf die gleiche Weise verfolgen.

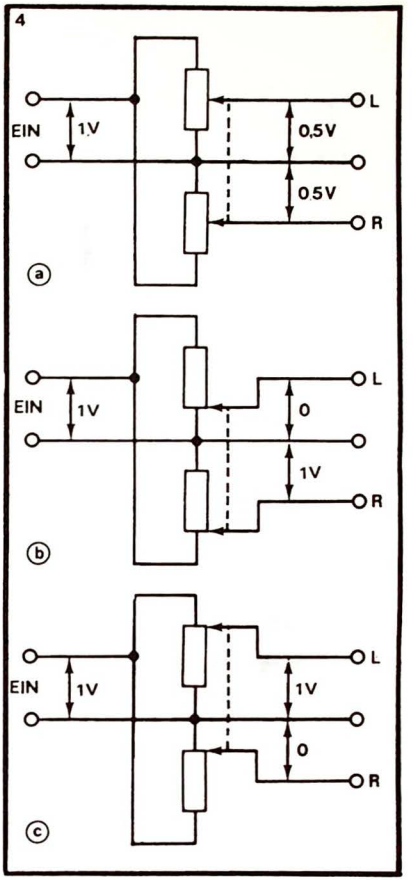


Bild 4. Zur Wirkungsweise des Panoramamischers.

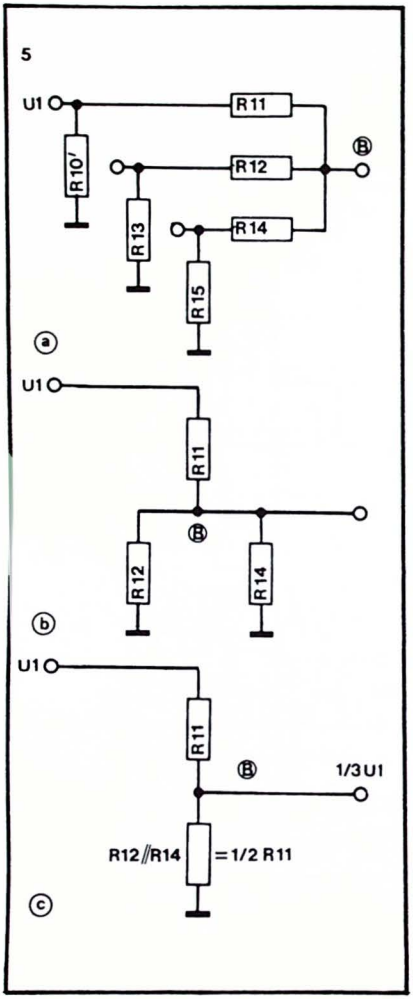


Bild 5. Zur Wirkungsweise des passiven Mischers. Mit B ist der Ausgang dieses Schaltungsteils bezeichnet, die sogenannte Mischschiene.

Wer sich schon länger mit Transistorschaltungen beschäftigt, könnte vielleicht meinen, daß im zweiten Beispiel etwas nicht stimmt, denn die Pfeile am Kollektor und am Emitter von T1 (gedacht) weisen beide nach unten. Kollektor und Emitter sind aber doch immer gegenphasig? Fast immer, jedenfalls in den üblichen Transistorstufen, in denen die Basis gesteuert wird. Das zweite Beispiel mit der angenommenen Spannungsänderung am Emitter entspricht jedoch dem Fall der Emittersteuerung einer Transistorstufe (Basis konstant); bei der Emittersteuerung sind der Kollektor (als Ausgang) und der Emitter (als Eingang) gleichphasig.

Gleichspannungskopplung von und Gleichspannungsgegenkopplung in Transistorstufen sing gewiß sehr interessant, und es wird in P.E. noch viel dazu zu sagen sein. Jetzt aber zum Wechselspannungsverhalten der Schaltung. Was passiert mit dem schwachen Mikrofonsignal am Eingang der Schaltung?

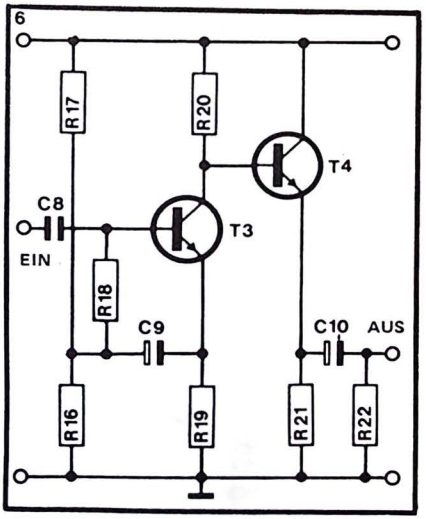
Über den Koppelkondensator C1 gelangt es auf die Basis des ersten Trnasistors. Am Kollektor hat das Signal dank der Spannungsverstärkung der ersten Stufe eine viel größere Amplitude. Allerdings dreht diese Stufe die Phase um 180°: die positive Halbwelle der Wechselspannung an der Basis (Pfeil in Bild 2 nach oben gerichtet) äußert sich am Kollektor als negative Halbwelle (Pfeil nach unten) und umgekehrt.

Die verstärkte Spannung am Kollektor von T1 gelangt unmittelbar auf die Basis der zweiten Stufe. Auch diese Stufe verstärkt und kehrt die Phase um, so daß die Phasenumkehrung der ersten Stufe aufgehoben wird und eine positive Halbwelle am Eingang auch als positive Halbwelle am Ausgang auftritt (beide Pfeile nach oben).

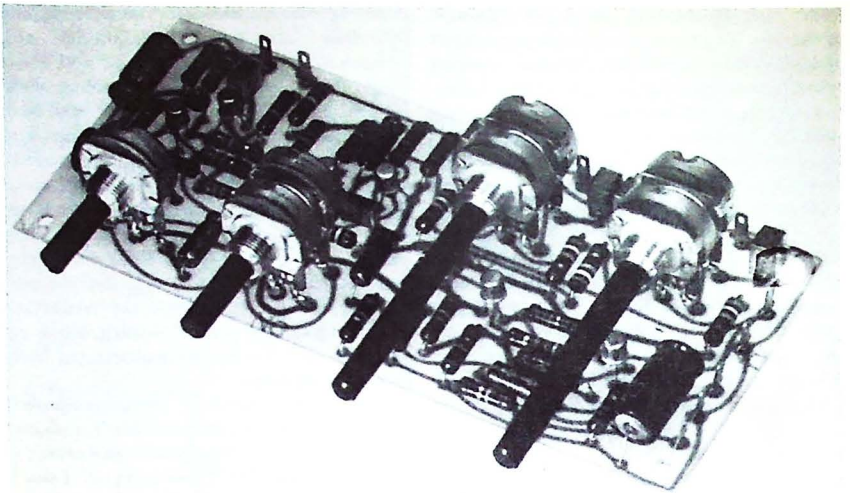
Wirken die beiden Gegenkopplungspfade für Wechselspannungen? Der untere (R4) nicht. Parallel zum Spannungsteiler R7/R8 liegt der Elko C4. Er schließt den Spannungsteiler für Wechselspannung nach Masse kurz, so daß

weder am Hochpunkt noch am Knotenpunkt des Teilers Wechselspannung auftritt und über R4 somit keine Wechselspannung zum Eingang zurückgekoppelt werden kann.
Der obere Gegenkopplungspfad (R5) wirkt auch für Wechselspannung, ihm kommt eine für das Verhalten der Schaltung entscheidende Bedeutung zu. Zunächst wieder eine Vorbemerkung:
Der Elko C2 ist für Wechselspannung ein Kurzschluß, so daß der Widerstand R3 bei der Betrachtung berücksichtigt werden muß. Der Widerstand R1 liegt parallel zu R3, ist im Wert aber viel höher, so daß sein Einfluß auf das Wechselspannungsverhalten der Schaltung außer Acht bleiben kann.
Eine positive Halbwelle des Steuersignals am Eingang tritt am Kollektor T2 verstärkt und ebenfalls als positive Halbwelle auf. Zwischen dem Kollektor von T2 und Masse liegt der (nur für Wechselspannung wirksame) Spannungsteiler R5/R3. Da sein Knotenpunkt am Emitter von T1 liegt, wird am Emitter, wie an der Basis, eine positive Halbwelle wirksam! Diese ist immer etwas kleiner als die Wechselspannung an der Basis, denn eine Differenz muß vorhanden sein, damit erstens am Ausgang ein verstärktes Signal erscheint, zweitens muß der Wechselspannungsteiler R5/R3 mit der verstärkten Wechselspannung gespeist werden, damit am Emitter von T1 eine Gegenkopplung wirksam werden kann.

Bild 6. Der Ausgangsverstärker (Verstärkungsfaktor 1) besteht aus zwei Transistorstufen je Kanal.



Wie groß bei gegebener Eingangsamplitude das Signal am Ausgang tatsächlich ist, hängt aufgrund der Wechselspannungsgegenkopplung nicht von der Verstärkung der Transistorstufen, sondern nur vom Verhältnis der Widerstände im Spannungsteiler R5/R3 ab! Eine ganz interessante Angelegenheit also, und gleichzeitig ein heißer Tip: Wenn das zur Verfügung stehende Mikrofon sehr empfindlich ist, d.h. beim Besprechen eine relativ hohe Signalwechselspannung erzeugt, dann ist bei gleicher Einstellung der Mischpotis der Mikrofonkanal lauter als die beiden anderen Kanäle. Um den Einstellbereich des Mikrofonpotis trotzdem voll nutzen zu können, kann man eine Pegelvoreinstellung vornehmen, indem man den Widerstand R3 im Mikrofonverstärker erhöht, z.B. bis auf 1 k-Ohm.
Mit den in Bild 8 angegebenen Werten hat die Schaltung einen Verstärkungsfaktor von 220 (22 k-Ohm zu 100 Ohm). Durch Verluste im Panoramamischer und im Mischteil reduziert sich die Über-Alles-Verstärkung (Eingang Mikrofonverstärker bis Ausgang Mischpult) auf den Faktor 33.
Die besprochene Wechselspannungsgegenkopplung hat noch zwei weitere positive Einflüsse auf die Schaltung: Sie setzt die Eingangsimpedanz herauf und reduziert



en Klirrfaktor der Schaltung. Diese Einflüsse können hier jedoch mit Rücksicht auf den Rahmen dieses Beitrags nicht besprochen werden.

Zu erläutern ist noch die Funktion des Kondensators C3. Eine Gegenkopplung ist nur dann vorhanden, wenn das rückgekoppelte Signal dem primären Signal entgegenwirkt. Im Mikrofonverstärker steigt die Spannung am Emitter von T1, wenn die Spannung an der Basis steigt. Dies ist eine Gegenkopplung, denn bis auf eine kleine Differenz stellt die Gegenkopplung den ursprünglichen Spannungsunterschied zwischen Basis und Emitter wieder her. Bei falscher Phasenlage ist die Rückkopplung (Oberbegriff) keine Gegenkopplung, sondern eine sogenannte Mitkopplung. Eine Mitkopplung unterstützt die durch eine Störung oder durch die Steuerspannung hervorgerufene Änderung des Schaltungszustandes. Dabei werden entweder alle Stufen „bis zum Anschlag" voll in den Leit- bzw. voll in den Sperrzustand „gefahren" oder die Schaltung schwingt aus Prinzip. Während Mitkopplung in anderen, speziellen Schaltungen durchaus absichtlich erzeugt wird, ist sie hier verboten.

Ohne C3 kann im Mikrofonverstärker Mitkopplung auftreten. Bei sehr hohen Frequenzen (im Megahertzbereich) bewirken die sogenannten parasitären Kapazitäten und Induktivitäten unkontrollierbare Phasenverschiebungen, so daß für solche Frequenzen die Phasenbedingung der Gegenkopplung nicht mehr gilt. Parasitäre Kapazitäten sind z.B. zwischen den Anschlüssen eines Transistors vorhanden oder zwischen den Leiterbahnen des Prints. Als störende Induktivitäten äußern sich Anschlußdrähte der Bauelemente und Leiterbahnen. Die in jeder Schaltung auftretenden Rauschspannungen enthalten auch sehr hochfrequente Signalanteile, und eine Stufe mit sehr hohem Verstärkungsfaktor (z.B. T2) wird sehr leicht zum Oszillator. C3 ist in seinem Wert so bemessen, daß für alle Frequenzen oberhalb einer bestimmten Grenze eine vollständige Gegenkopplung vom Kollektor

auf die Basis stattfindet, diese Frequenzen somit nicht verstärkt werden. Die Gegenkopplung macht sich allerdings auch etwas im Nutzbereich bemerkbar, bei 15 kHz beträgt der Verstärkungsabfall 3 dB. Wer sich daran stört, obwohl Tonfrequenzen oberhalb 15 kHz nur von sehr hochwertigen Mikrofonen verarbeitet werden, kann den Wert von C3 auf etwa die Hälfte herabsetzen.

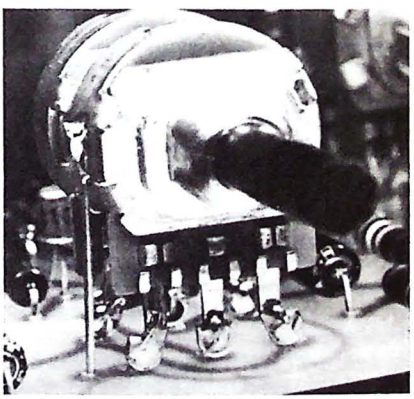
MISCHTEIL

Bild 3 zeigt die Schaltung der Mischeinsteller.

R9 ist das für das Mikrofonsignal zuständige logarithmische Poti, das einen relativ geringen Widerstand haben muß. weil es für den nachgeschalteten Panoramamischer die Funktion einer Signalquelle hat. Der Wert von 4,7 k-Ohm für R9 ist zulässig, da der Ausgang des Mikrofonverstärkers ausreichend niederohmig ist.

Das Monosignal des Mikrofons muß auf die beiden Stereokanäle verteilt werden. Dazu dient ein (lineares) Stereopoti R10.

Wie der Panoramamischer funktioniert, zeigt Bild 4. Wenn die Abgriffe beider Potentiometer in Mittelstellung stehen, sind die abgegriffenen Spannungen gleich groß. Beträgt die Signalspannung z.B. 1 Volt, so ist in beiden Kanälen die Spannung 0,5 Volt (Bild 4a). Der Schall kommt in diesem Fall aus beiden Boxen der Stereoanlage mit gleicher Lautstärke, der Sprecher wird in der Mitte zwischen den Boxen lokalisiert.



In Bild 4b liegt der Abgriff des Potis für den linken Kanal an Masse, so daß der linke Kanal kein Signal erhält. Der Abgriff des anderen Potis liegt am „heißen" Ende, das Mikrofonsignal gelangt in voller Stärke auf den rechten Kanal. Die Stimme des Sprechers kommt nur aus der rechten Box und wird am Ort dieser Box lokalisiert.

Im anderen Extremfall (Bild 4c) kommt die Stimme aus der linken Ecke.

Durch Drehen am Poti kann man die Stimme von einer Ecke in die andere wandern lassen, oder man gibt dem Mikrofonsignal einen beliebigen Platz zwischen den Boxen.

Die Eingangssignale der beiden Stereo-Line-Eingänge gelangen über Koppelkondensatoren (C6, C7, C11, C12) auf die beiden logarithmischen Stereopotis R13 und R15 (Bild 3). Der Eingangswiderstand des Mischpultes für die Stereoeingänge wird durch den Widerstandswert dieser Potis bestimmt. Um die Signalquelle möglichst wenig zu belasten, ist ein hoher Wert wünschenswert, andererseits darf der Wert mit Rücksicht auf die nachfolgende Schaltung auch nicht zu hoch angesetzt werden. 47 Kiloohm stellen einen Kompromiß dar.

Die zu mischenden Signale treten für den rechten Kanal an den Abgriffen der Potentiometer R10, R13' und R15' auf, für den linken Kanal an den Abgriffen der Potis R10', R13 und R15.

Das Mischen geschieht passiv, d.h. die Signale werden nicht über Transistorstufen, sondern über Widerstände gemischt. Die Nachteile der passiven Mischung stören bei einem einfachen Mischpult überhaupt nicht.

Die Mischwiderstände des linken Kanals (R11, R12, R14) sind in Bild 5 herausge-

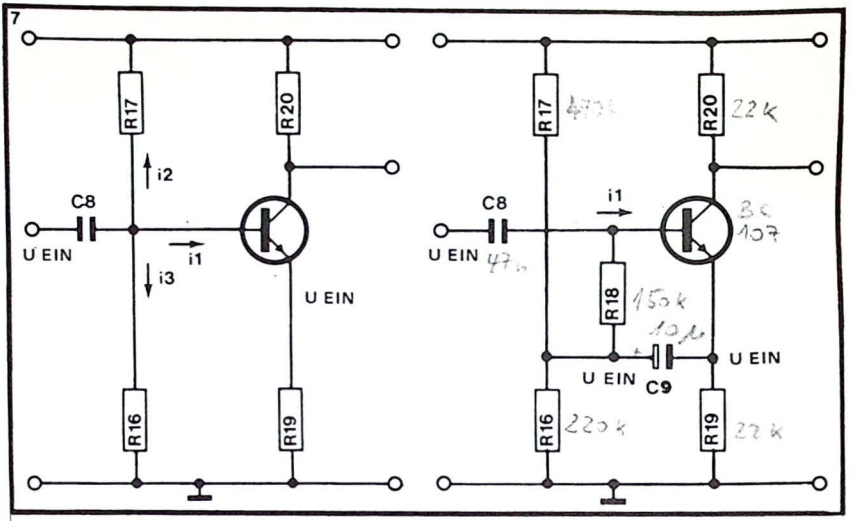


Bild 7. Eine "gewöhnliche" Transistorstufe links und eine mit bootstrapping.

zeichnet. In Bild 5a sind zusätzlich die zwischen den Abgriffen und Masse liegenden Teilwiderstände der Einstellpotis zu sehen.
Gemessen an den Potiwiderständen haben die Mischwiderstände einen sehr hohen Wert, oder andersherum: Die linken Enden der Mischwiderstände liegen über die Potiwiderstände (relativ) niederohmig an Masse.
Die Darstellung in Bild 5a geht davon aus, daß nur das Mikrofonsignal vorhanden ist (U1 = 1Volt). Für dieses Signal stellen die Mischwiderstände einen Spannungsteiler dar, der in Bild 5b unter Vernachlässigung der niederohmigen Potiwiderstände herausgezeichnet ist. Da alle Widerstände den gleichen Wert haben, kann die Schaltung noch weiter vereinfacht werden (Bild 5c). Die Parallelschaltung R12//R14 hat den halben Wert des Widerstandes R11. Die Eingangsspannung U1 verteilt sich zu 2/3 auf den Widerstand R11 und zu 1/3 auf die beiden parallelgeschalteten Widerstände. Auf der Mischschiene Punkt B hat die Signalamplitude somit den Betrag 1/3 U1.
Entsprechendes gilt auch für Signale an den anderen Eingängen, es erscheint jedes Signal mit 1/3 seiner ursprünglichen Amplitude auf der Mischschiene, oder anders ausgedrückt:
Die Mischschiene enthält (abgeschwächt) alle Eingangssignale.

DER AUSGANGSVERSTÄRKER

Der oben besprochene Widerstandsmischer besticht durch seine Einfachheit, hat aber Nachteile. Neben den erwähnten Spannungsverlusten ist besonders die hohe Impedanz der Mischschiene zu nennen, die eine Folge der hohen Widerstandswerte von R11, R12 und R14 ist. Wegen der hohen Impedanz

kann die Mischschiene selbst nicht unmittelbar als Ausgang des Mischpultes dienen, denn die Eingangsimpedanzen der infrage kommenden, nachgeschalteten Geräte (z.B. Vorverstärker) sind verhältnismäßig niederohmig und die Ausgangsspannung würde beim direkten Anschluß eines Gerätes zusammenbrechen. Außerdem wäre eine solche hochohmige Verbindung sehr brummempfindlich. Deshalb ist ein Impedanzwandler als Ausgangsverstärker erforderlich. Dieser Verstärker muß eine sehr hohe Eingangsimpedanz und eine ausreichend niedrige Ausgangsimpedanz aufweisen.

Bild 6 zeigt eine geeignete Schaltung.

Die hohe Eingangsimpedanz von 3,6 Megohm (3 600 000 Ohm) sieht man der Schaltung sicher nicht auf den ersten Blick an. Von entscheidender Bedeutung ist der Elko C9. Diese Schaltungsart wird als „bootstrapping" bezeichnet; eine deutsche oder sonstwie verständlichere Bezeichnung ist der Redaktion nicht bekannt (Mitteilung erwünscht).

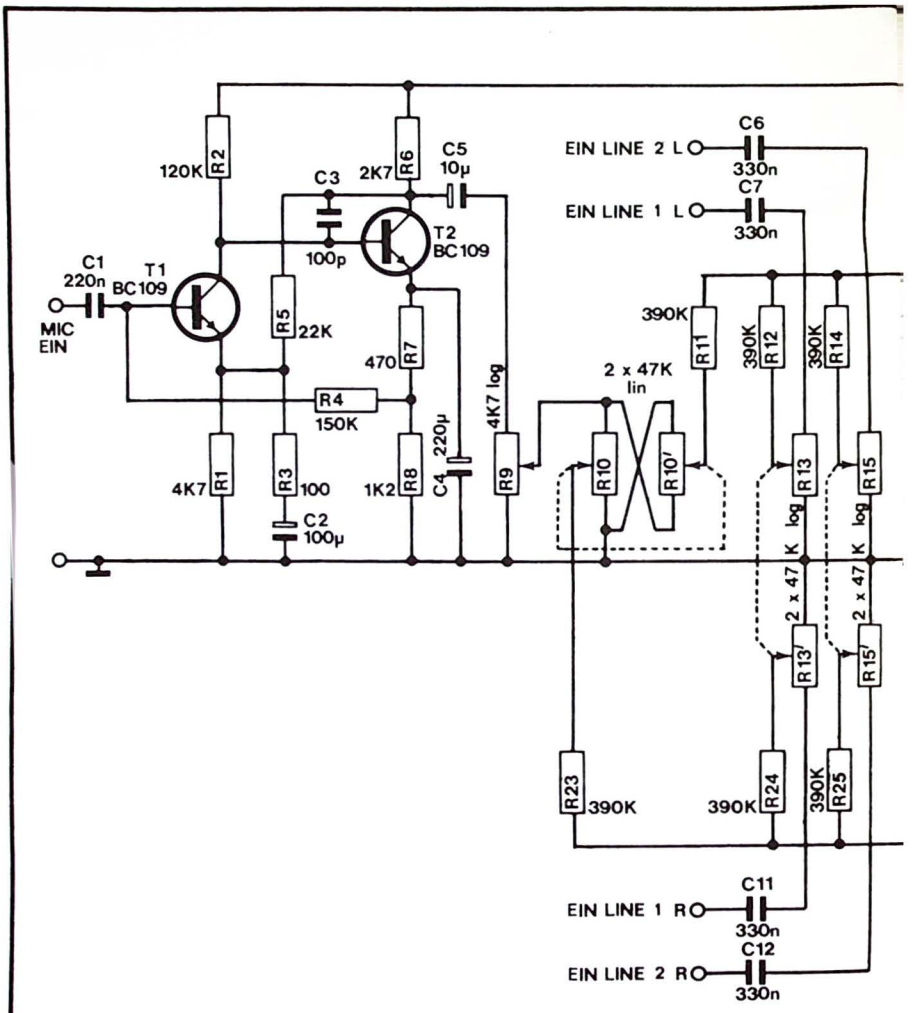
Bild 7 zeigt den Unterschied zwischen einer Transistorstufe ohne und einer mit bootstrapping. In beiden Fällen haben die Widerstände in der Emitter- und in der Kollektorleitung gleiche Werte (R19 = R20). Das typische Merkmal solcher Stufen: Die Verstärkung beträgt 1x (Null dB); die Amplitude des Ausgangssignals (Emitter oder Kollektor) entspricht der Amplitude des Eingangssignals an der Basis. Die Gleichspannungseinstellung der Stufe erfolgt mit einem Spannungsteiler R16/R17.

Verbindet man den Eingang der Schaltung mit einer Wechselspannungsquelle (die Mischschiene kann als - sehr hochohmige - Wechselspannungsquelle aufgefaßt werden), so wird die Quelle belastet, und zwar fließen die Wechselströme i1 bis i3 (Bild 7 links).

Der Strom in die Basis des Transistors hat einen vergleichsweise geringen Wert; wie bei einem Emitterfolger ist auch in dieser Schaltung die Differenz der Wechselspannungen an Emitter und Basis sehr gering (Verstärkungsfaktor 1), deshalb ist auch der Strom von der Basis zum Emitter gering (Ohmsches Gesetz).

Anders ist es mit den Strömen i2 und i3. Die Eingangsspannung steht zwischen der Basis und Masse. Der zwischen diesen Punkten liegende Widerstand R16 ist als Lastwiderstand unmittelbar erkennbar. Aber auch R17 ist ein Lastwiderstand, denn die Stromversorgung hat für Wechselspannung einen sehr niedrigen Widerstand, weil parallel zur Batterie der Elko C16 (Bild 8) liegt; er hat, wie auch die dicken Elkos in Netzteilen, eine niedrige Impedanz. Die Widerstände R16 und R17 liegen demnach wechselspannungsmäßig parallel, denn der Strom i2 fließt über R17 und die Stromversorgung ebenfalls nach Masse. Der Eingangswiderstand beträgt ca. 150 k-Ohm (470 k-Ohm parallel zu 220 k-Ohm). Dieser Wert ist viel zu niedrig, so daß der Eingang nicht direkt mit der Mischschiene verbunden werden kann. Eine Erhöhung der Widerstandswerte von R16 und R17 ist mit Rücksicht auf eine brauchbare Gleichspannungseinstellung der Stufe nicht zulässig.

In Bild 7 rechts haben die Widerstände im Basisspannungsteiler dieselben Werte wie links, jedoch liegt der Knotenpunkt nicht unmittelbar an der Basis, sondern über einen Widerstand R18. Auf diesen Punkt wird über Elko C9 das Wechselspannungssignal vom Emitter vollständig gegengekoppelt. An den Enden des Widerstandes R18 steht also praktisch dasselbe Signal: das Eingangssignal (Basis) und das Emittersignal mit (fast) gleicher Amplitude. Wo keine Spannungsdifferenz ist, kann auch kein Strom fließen (Ohmsches Gesetz). Von den drei Strömen i1 bis i3 im linken Bild fließt (bei gleicher Eingangsspannung uein) in der Schaltung rechts nur noch der sehr kleine Strom i1, der den Transistor steuert. Der Eingangswiderstand der Schaltung wird durch bootstrapping erheblich heraufgesetzt; der Wert ist


MIC EIN
C1 220n
T1 BC109
120K R2
2K7 R6
C3 100p
C5 10µ
T2 BC109
R5 22K
470 R7
R4 150K
4K7 R1
R3 100
C2 100µ
1K2 R8
C4 220µ
4K7 log R9
2 x 47K lin
R10
R10'
390K R11
390K R12
390K R14
R13
R15
2 x 47K log
2 x 47K log
R13'
R15'
C6 330n
EIN LINE 2 L
C7 330n
EIN LINE 1 L
R23 390K
390K R24
390K R25
C11 330n
EIN LINE 1 R
C12 330n
EIN LINE 2 R

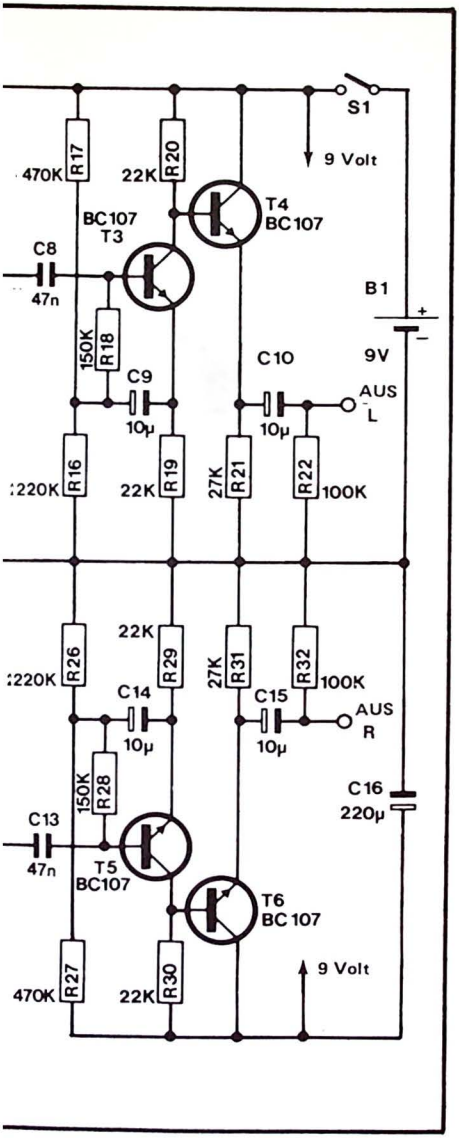


Bild 8. Gesamtschaltung des Minimix.

mit 3,6 Megohm so hoch, daß die Mischschiene damit ohne weiteres belastet werden kann.

Für ein Mischpult ist ein niederohmiger Ausgang wichtig. Hierfür sorgt ein Emitterfolger als Impedanzwandler (T4 in Bild 6). Der Emitterfolger erzeugt keine Verstärkung oder Abschwächung; das Signal an seinem Ausgang (Emitter) hat dieselbe Amplitude wie das Signal am Eingang (Basis T4 bzw. Kollektor T3). Die Stufe T4 setzt die Ausgangsimpedanz auf ca. 500 Ohm herab, jedoch bleibt die Signalamplitude im gesamten Ausgangsverstärker - von C8 bis C10 - konstant (Null dB).

C10 hat die Funktion eines Trennkondensators; er sorgt dafür, daß die Gleichspannung am Emitter von T4 schön im Gehäuse des Minimix bleibt.

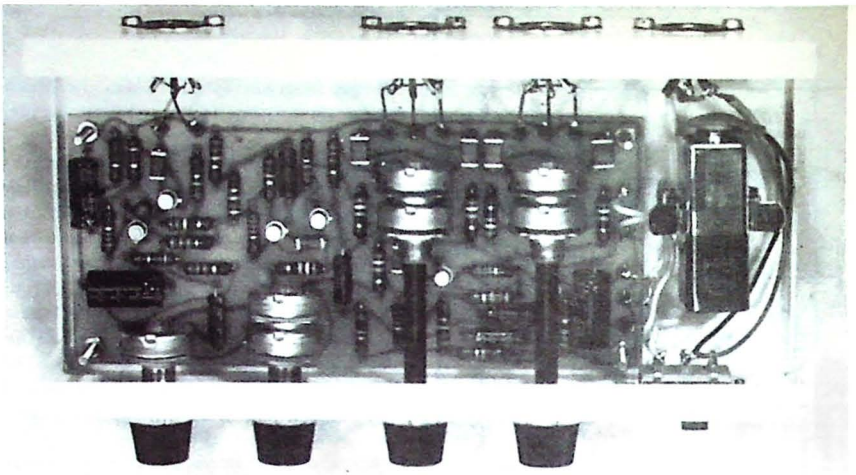
DAS GESAMTBILD

In Bild 8 sind die besprochenen Teilschaltungen zum Minimix zusammengefügt. Als Stromversorgung dient eine 9 Volt-Kompaktbatterie.

BAUHINWEISE

Der Print für den Minimix (Bild 9) ist so ausgelegt, daß alle Bauelemente einschließlich der Einstellpotis eingelötet werden können. Die Abmessungen wurden so gewählt, daß der Gesamtaufbau in ein gängiges Gehäuse (Teko 334) paßt.

Das Bestücken des Prints beginnt man am besten mit den 13 Lötstiften, an denen später die Verbindungen zu den DIN-Buchsen und zu der Batterie angelötet werden. Dazu ein Tip: Je nach Durchmesser haben die verwendeten Lötstifte einen mehr oder weniger luftigen Sitz. Wenn sie im P.E.-Labor zu locker sitzen, wird ein Stück starken Kartons auf die eingesteckten Stifte gelegt und das ganze vorsichtig umgedreht.



)ann kann man die Stifte in aller Ruhe an-
)ten.
Die weitere Bestückung des Prints endet mit den Transistoren.

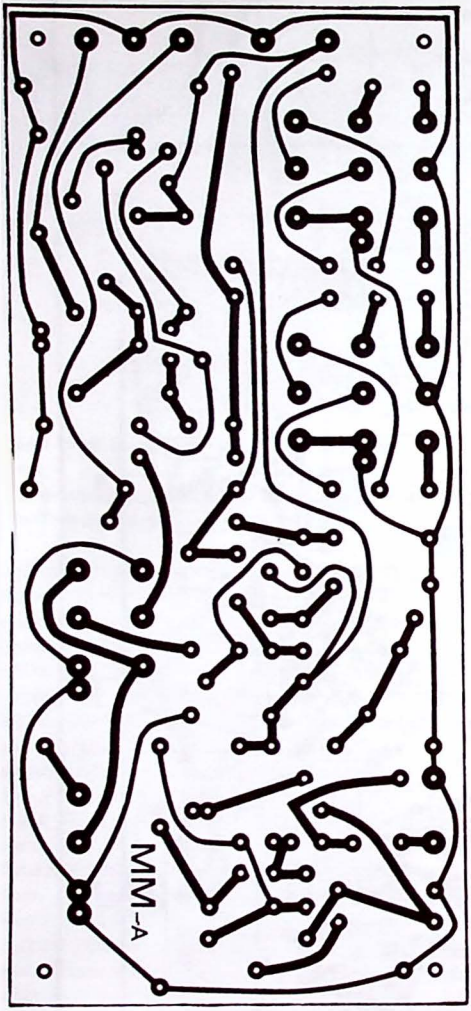
Bei den Potis ist folgendes zu beachten: Normalerweise entsteht über die Schraubmontage der Potis auf der Frontplatte eines Gehäuses eine leitende Verbindung zwischen der Kapsel des Potis und dem Gehäuse; diese Verbindung ist mit Rücksicht auf mögliche Brummeinstrahlung wichtig. Da sie bei der hier vorgesehenen Printmontage nicht zustande kommt, wurden auf dem Print neben den Potis Lötinseln vorgesehen; mit einem Stück Draht, das an die Potikapsel gelötet wird, läßt sich eine Masseverbindung der Kapsel herstellen. Dieses Hilfsmittel ist jedoch nur dann korrekt, wenn die Potis mit Kunststoffachsen versehen sind, denn sonst entsteht bei der Berührung zwischen Achse und Frontplatte eine verbotene Masseschleife (zum Verbot von Masseschleifen siehe den Beitrag 'Postfach 1366' in Heft 3). Metallachsen können mit einer Gummidurchführung gegen Berührung der Frontplatte geschützt werden.

Vor dem endgültigen mechanischen Einbau des bestückten Prints sollte man die Schaltung überprüfen. Dies geschieht durch Kontrolle der Gleichspannungseinstellung der diversen Transistorstufen mit einem Vielfachinstrument. Es müssen die im Spannungsplan (Bild 11) angegebenen Werte vorhanden sein, dabei sind kleinere Abweichungen (ca. 0,1 Volt) zulässig. Für alle Messungen genügt ein Instrument mit einem Innenwiderstand von minimal 20 Kiloohm/Volt. Die Einstellung der Potis bei der Messung beeinflußt die Meßwerte nicht, wenn die Schaltung in Ordnung ist (alle Potis sind gleichspannungsfrei, dank der konsequent vorgesehenen Trennkondensatoren).

Die Abmessungen des vorgesehenen Gehäuses sind derart, daß neben dem Print die 9 Volt-Batterie befestigt werden kann. Eines der Fotos zeigt eine Werkzeugklemme, die sich als Halter für die Batterie gut eignet. Die Klemme wird am Gehäuseboden festgeschraubt.

Vier weitere Bohrungen im Boden dienen zur Befestigung des Prints.

10
MIC
LINE 1
LINE 2
AUS
S1
9V
mic volume
mic panorama
line 1 volume
line 2 volume



STÜCKLISTE:

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT

R 1 = 4,7 k-Ohm
R 2 = 120 k-Ohm
R 3 = 100 Ohm
R 4 = 150 k-Ohm
R 5 = 22 k-Ohm
R 6 = 2,7 k-Ohm
R 7 = 470 Ohm
R 8 = 1,2 k-Ohm
R 9 = 4,7 k-Ohm, log. Poti, Mono
R 10 = 47 k-Ohm, lin. Poti, Stereo
R 11 = 390 k-Ohm
R 12 = 390 k-Ohm
R 13 = 47 k-Ohm, log. Poti, Stereo
R 14 = 390 k-Ohm
R 15 = 47 k-Ohm, log. Poti, Stereo
R 16 = 220 k-Ohm
R 17 = 470 k-Ohm
R 18 = 150 k-Ohm
R 19 = 22 k-Ohm
R 20 = 22 k-Ohm
R 21 = 27 k-Ohm
R 22 = 100 k-Ohm
R 23 = 390 k-Ohm
R 24 = 390 k-Ohm
R 25 = 390 k-Ohm
R 26 = 220 k-Ohm
R 27 = 470 k-Ohm
R 28 = 150 k-Ohm
R 29 = 22 k-Ohm
R 30 = 22 k-Ohm
R 31 = 27 k-Ohm
R 32 = 100 k-Ohm

KONDENSATOREN

C 1 = 220 nF, Siemens MKM
C 2 = 100 uF, 16 V, axial
C 3 = 100 pF, ker.
C 4 = 220 uF, 16 V, axial
C 5 = 10 uF, 16 V, axial
C 6 = 330 nF, Siemens MKM
C 7 = 330 nF, Siemens MKM
C 8 = 47 nF, Siemens MKM
C 9 = 10 uF, 16 V, axial
C 10 = 10 uF, 16 V, axial
C 11 = 330 nF, Siemens MKM
C 12 = 330 nF, Siemens MKM
C 13 = 47 nF, Siemens MKM
C 14 = 10 uF, 16 V, axial
C 15 = 10 uF, 16 V, axial
C 16 = 220 uF, 16 V, axial

SONSTIGES

Gehäuse TEKO Typ 334
Miniatur-Schiebeschalter
4 DIN-Chassisbuchsen, 5pol.
4 Bedienungsknöpfe für Potis vorzugsweise mit mitdrehender 270^0-Skala
Batteriehalter
9 V-Batterie

HALBLEITER

T 1	= BC 109	T 4	= BC 107
T 2	= BC 109	T 5	= BC 107
T 3	= BC 107	T 6	= BC 107

Die Frontplatte enthält vier Bohrungen für die Potiachsen, eine rechteckige Aussparung für den Miniatur-Schiebeschalter sowie zwei Bohrungen für die Befestigung des Schalters.

Die Befestigung der Mischpotis für die Line-Eingänge erfolgt in relativ großem Abstand von der Frontplatte. Damit diese Potis nicht zu sehr wackeln, müssen die Achsen möglichst eng durch die Frontplattenbohrungen geführt werden. Bei Kunststoffachsen muß die Bohrung also deshalb sehr genau stimmen, während bei dem Verfahren mit Gummidurchführungen mehr Spielraum gegeben ist; mit Rücksicht auf den Kraftaufwand beim Verdrehen der Potis sollte die Bohrung jedoch nicht zu knapp gehalten werden.

Die Rückwand des Gehäuses nimmt die vier DIN-Normbuchsen (5polig) auf. Alle Verbindungen zwischen diesen Buchsen zu den betreffenden Lötstiften können unabgeschirmt ausgeführt werden, denn die Abstände der Eingangsbuchsen von den Eingängen des Prints sind sehr kurz, und die Ausgangsleitung ist ausreichend niederohmig, so daß Brummeinstreuung nicht zu befürchten ist. Allerdings müssen alle Verbindungen auf dem kürzesten Weg verlegt werden, also ohne Umwege und ästhetische Kurvenschnörkel.

Das auf den Fotos zu sehende Gehäuse wurde zweifarbig lackiert. Die Beschriftung der weißlackierten Frontplatte besteht aus Abreibebuchstaben (neudeutsch: Transfer-Symbole). Fertige 270° - Skalen gibt es zu kaufen, sie werden aufgeklebt. Bei der Verwendung von Bedienungsknöpfen mit starrer Skala genügt je eine Markierung auf der Frontplatte, wie es auf einigen Fotos zu sehen ist.

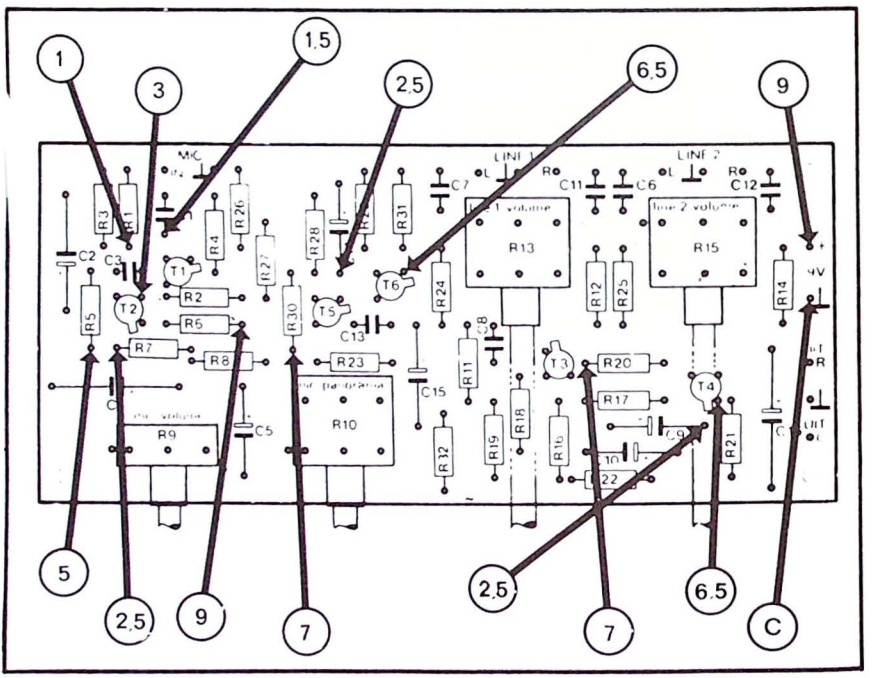


Bild 11. Spannungsplan. Alle Spannungen wurden mit einem Vielfachinstrument 20 Kiloohm/Volt gemessen.

(Fortsetzung von Seite 35)

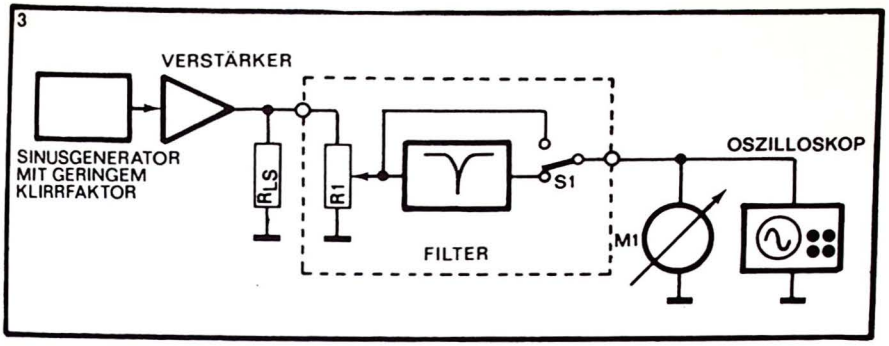


Bild 3. Meßanordnung für die Klirrfaktormessung.

Oszilloskop, um die Zusammensetzung der Verzerrungen zu beobachten.

Die vollständige Meßanordnung ist in Bild 3 angegeben. Mit dem Signal aus dem Sinusgenerator wird der Verstärker gesteuert. Am Ausgang des Verstärkers liegt der Lastwiderstand RLS, der den Lautsprecher simuliert. Am Ausgang des Verstärkers liegt außerdem das abstimmbare Filter, dessen Eingang von einem Potentiometer zur Einstellung der Empfindlichkeit gebildet wird.

Zur Messung und Beobachtung des Filter-Ausgangssignals dienen ein Millivoltmeter und ein Oszilloskop. Die Funktion des Umschalters im Filter wird später erklärt.

Die Aufnahme eines Meßpunktes - z.B. bei 1 Kilohertz und 25 Watt Ausgangsleistung - geht wie folgt vor sich: Der Sinusgenerator wird auf die Frequenz 1 Kilohertz eingestellt. Die Amplitude des Sinussignals ist so zu wählen, daß die Verstärker-Ausgangsspannung im Lastwiderstand die Leistung 25 Watt erzeugt. Schalter S1 steht in der oberen Stellung, so daß die Ausgangsspannung des Verstärkers, abgeschwächt lediglich durch den Pegelvoreinsteller R1, zum Voltmeter und zum Oszilloskop gelangt. R1 wird so eingestellt, daß das Voltmeter einen handlichen Wert, z.B. 1 Volt anzeigt.

Die angezeigte Spannung besteht aus einem „reinen" Anteil (Sinus) und einem Verzerrungsanteil, der sich aus den höherfrequenten Harmonischen zusammensetzt. Um diesen Verzerrungsanteil getrennt zu erfassen, muß der 1 Kilohertz-Sinus ausgefiltert werden. Dazu legt man den Schalter S1 in die untere Stellung, so daß nur das Ausgangssignal des Filters auf die Meßgeräte gelangt. Die Abstimmung des Filters auf die Meßfrequenz ist dann am besten, wenn das Millivoltmeter den kleinsten Wert anzeigt. Bei gegebenem Klirrfaktor hängt das angezeigte Minimum nicht nur von der Qualität des Filters ab, sondern auch von der Genauigkeit des Abgleichs.

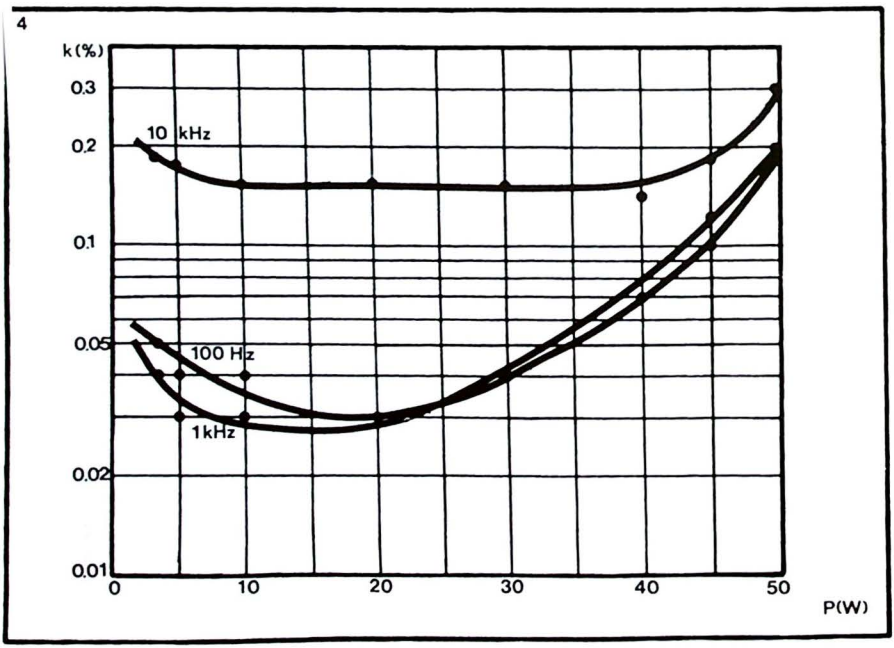
Das Signal, das nach erfolgtem Abgleich angezeigt wird, setzt sich aus den harmonischen Frequenzen von 1 Kilohertz, also 2 kHz, 3 kHz usw. zusammen; erzeugt werden diese Frequenzen, wie zu Anfang gesagt, im Verstärker.

Wenn im gewählten Beispiel eine Spannung von 2,5 Millivolt angezeigt wird, haben die Verzerrungen einen Anteil von 2,5 Millivolt : 1 Volt = 0,25% am Nutzsignal, denn mit R1 wurde zu Anfang eine Amplitude von 1 Volt (= 1000 Millivolt) am Filtereingang eingestellt. Der im Beispiel betrachtete

Ausgangs-leistung	Frequenz 100 Hertz	Frequenz 1 kilo-Hertz	Frequenz 10 kilo-Hertz
50 watt	0,17%	0,18%	0,29%
45 watt	0,10%	0,12%	0,18%
40 watt	0,07%	0,07%	0,14%
30 watt	0,04%	0,04%	0,15%
20 watt	0,03%	0,03%	0,15%
10 watt	0,04%	0,03%	0,15%
5 watt	0,04%	0,03%	0,17%
3 watt	0,05%	0,04%	0,18%

Tabelle I. Der Klirrfaktor des 50 Watt-Moduls bei 3 Meßfrequenzen, in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung.

Bild 4. Die Meßergebnisse nach Tabelle I in grafischer Darstellung.



Verstärker hat also einen Klirrfaktor von 0,25% bei 1 Kilohertz und 25 Watt Ausgangsleistung. Da bei der Berechnung des Klirrfaktors immer der kleine Wert des Verzerrungsanteils durch den Betrag des Gesamtsignals am Filtereingang geteilt wird, ist ein glatter Wert für das Gesamtsignal (hier: 1 Volt) für die schnelle Berechnung nützlich. Mit R1 kann eine glatte Zahl in den Nenner gebracht werden.

Nach der Theorie nun zum 50 Watt-Modul. Alles Neue hat einen besonderen Reiz, und so konnte der Entwickler es nicht lassen, mit der frisch angeschafften Klirrfaktor-Meßbrücke gleich zwei vollständige Meßreihen aufzunehmen.

Zunächst wurde bei drei verschiedenen Frequenzen der Klirrfaktor in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung gemessen, die Meßwerte sind in Tabelle I aufgelistet. Die zweite Meßreihe erfaßt bei drei verschiedenen Ausgangsleistungen den Klirrfaktor in Abhängigkeit von der Frequenz (Tabelle II). Beide Tabellen sind grafisch dargestellt (Bilder 4 und 5). Auf der vertikalen Achse des sogenannten Koordinatennetzes ist der Klirrfaktor in % aufgetragen, der Maßstab ist logarithmisch, damit die Ablesbarkeit auch für sehr kleine Werte gut ist. Auf der horizontalen Achse sind die Ausgangsleistungen bzw. die Frequenzen aufgetragen.

Die Daten sind nicht weltbewegend, können sich aber sehen lassen, besonders vor dem Hintergrund des recht niedrigen Preises für einen solchen Verstärker.

Einige Meßwerte fallen durch Besonderheiten auf, So zeigt die Tabelle II bei 25 Watt und 100 Hertz einen Klirrfaktor von 0,07 %. Nach Tabelle I müßte der Wert 0,03 oder 0,04 % betragen. In Bild 5 liegt der betreffende Punkt weitab von der Kurve. Richtig ist demnach 0,04 %. Offenbar stimmte bei dieser Messung der Filterabgleich nicht. Damit zeigt sich ein Vorteil der grafischen Darstellung: Sogenannte „Ausreißer" fallen unmittelbar ins Auge.

Echt dagegen sind die reichlich hohe Werte bei 50 Watt, 20 Hertz und 50 Hertz. Hier macht sich die begrenzte Kapazität des Ladeelkos im Netzteil bemerkbar. Bei niedrigen Frequenzen dauert eine Halbwelle so lange, daß die Speisespannung stark abfällt und die Spitzen des Sinussignals beschnitten werden. Als während der Messung die Leistung um einige Watt herabgesetzt wurde, war der Klirrfaktor wieder „normal".

DER DÄMPFUNGSFAKTOR

Die bisher besprochenen Kenngrößen eines Verstärkers dienten zur Erfassung von „Unsauberkeiten" des Ausgangssignals, wie man vereinfacht sagen könnte. Der Dämpfungsfaktor betrifft die Anpassung der Schnittstelle Verstärker/Lautsprecher, aber auch von dieser Anpassung hängt die Wiedergabequalität stark ab.

Ein Lautprecher hat einige unschöne Eigenschaften. So ist es z.B. nur unter Vorbehalten zulässig, von einem 4 Ohm-Lautsprecher zu behaupten, seine Impedanz sei 4 Ohm. Dieser Wert gilt nur für die Normfrequenz 1 Kilohertz, denn die Lautsprecherspule hat neben einem Ohmschen (Gleichstrom-) Widerstand einen induktiven Widerstand, der frequenzabhängig ist.

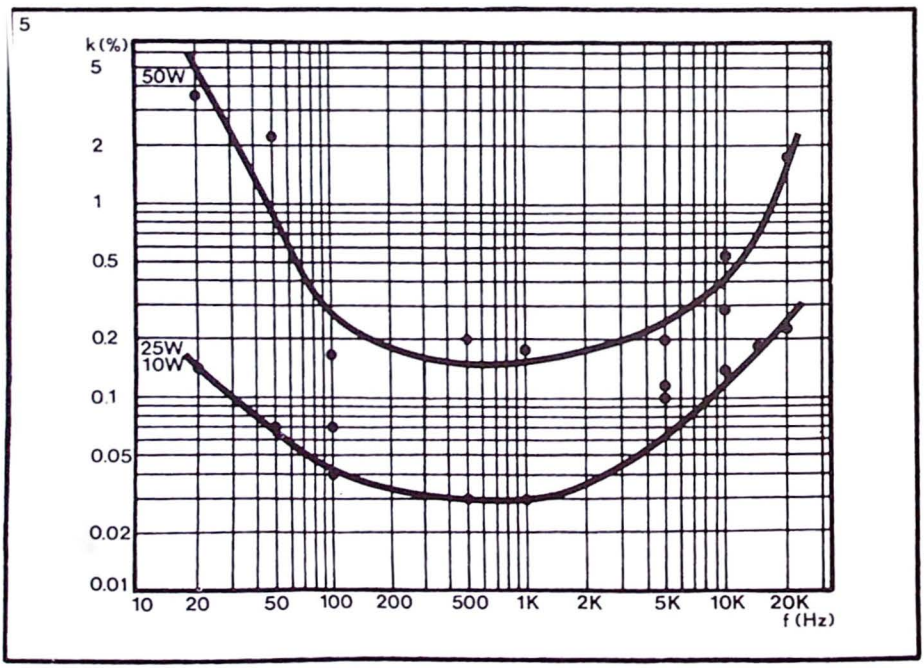
In der Praxis steuert ein Verstärker meist mehrere Lautsprecher, denen über Frequenzweichen die Signalanteile verschiedener Frequenzbereiche zugeführt werden (Box). Diese Weichen haben einen komplizierten Impedanzverlauf; so treten im gesamten Frequenzbereich meist mehrere Stellen mit sehr niedriger Impedanz auf. An diesen Stellen wirkt die Box auf den Verstärker ähnlich wie ein Saugkreis (Begriff aus Röhrenschaltungen); die Box „saugt" Energie aus dem Verstärker, der diese Behandlung überstehen muß, ohne den Geist auf oder falsche Töne von sich zu geben.

In diesem Zusammenhang spielt der Innenwiderstand der Spannungsquelle „Verstärker" eine wichtige Rolle.

Frequenz Hertz	Ausgangs-leistung 10 Watt	Ausgangs-leistung 25 Watt	Ausgangs-leistung 50 Watt
20	0,15%	0,13%	3,60%
50	0,07%	0,06%	2,20%
100	0,04%	0,07%	0,17%
500	0,03%	0,03%	0,20%
1000	0,03%	0,03%	0,18%
5000	0,12%	0,10%	0,20%
10000	0,15%	0,15%	0,29%
15000	0,19%	0,19%	0,54%
20000	0,23%	0,22%	1,80%

Tabelle II. Der Klirrfaktor in Abhängigkeit von der Frequenz, bei drei fest eingestellten Ausgangsleistungen.

Bild 5. Die Messung des Klirrfaktors in Abhängigkeit von der Frequenz, bei den Ausgangsleistungen 10 Watt, 25 Watt und 50 Watt.



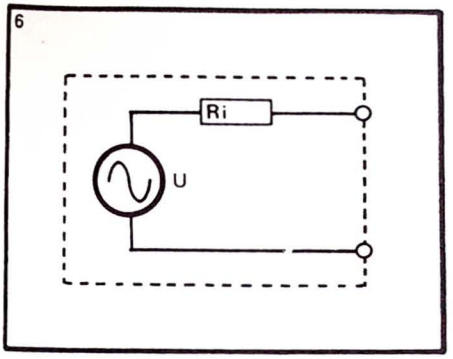


Bild 6. Das Ersatzschaltbild eines unbelasteten Verstärkers: eine ideale Spannungsquelle mit dem Innenwiderstand Null und einem Serienwiderstand.

Jede Spannungsquelle kann aufgefaßt werden als Reihenschaltung aus einer idealen Quelle mit dem Innenwiderstand Null und einem Widerstand Ri, der den Innenwiderstand ersetzt. Bild 6 zeigt dieses sogenannte Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle.

Ist keine Last angeschlossen, so sind die Spannungen der idealen und der realen Spannungsquelle gleich groß, denn am Innenwiderstand tritt kein Spannungsabfall auf, weil kein Strom fließt.

Eine Last, in Bild 7 durch den Widerstand Rb dargestellt, bildet zusammen mit dem Innenwiderstand Ri einen Spannungsteiler. Nach dem Ohmsches Gesetz erzeugt der Laststrom am Innenwiderstand einen Spannungsabfall, dessen Betrag vom Innenwiderstand und von der Stromstärke abhängt.

Dieser Spannungsverlust am Innenwiderstand der Quelle reduziert die Ausgangsspannung des Verstärkers nicht unerheblich. Welche Folgen hat das in der Praxis? Wenn der Verstärker eine Box steuert, die, wie erwähnt, meist an mehreren Stellen des Frequenzbereiches eine sehr niedrige Impedanz hat, so ist an diesen Stellen das Spannungsteilerverhältnis für die Box sehr ungünstig; sie kriegt wenig Spannung ab, weil ihr Widerstand klein ist gegen den Innenwiderstand. Bei der Wiedergabe von Musik fehlen die betreffenden Frequenzen, so daß die Wiedergabe verfälscht wird.

Um Verstärker miteinander vergleichen zu können, muß eine Größe gefunden werden, die eine Aussage darüber macht, in welchem Maße sich der unregelmäßige Impedanzverlauf einer Box bei dem einen und bei dem anderen Verstärker auswirkt. Die Angabe des Innenwiderstandes (je kleiner, desto besser) ist nicht ausreichend; der Innenwiderstand muß noch in Beziehung gesetzt werden zur Nenn-Anschlußimpedanz des Verstärkers: Bei gleichem Innenwiderstand ist ein Verstärker mit 8 Ohm-Ausgang besser als einer mit 4 Ohm-Ausgang, weil im ersten Fall der Anteil des Innenwiderstandes am Gesamtwiderstand des Spannungsteilers (Bild 7) kleiner ist.

Das Verhältnis der Nenn-Anschlußimpedanz zum Innenwiderstand ist die gesuchte Größe, sie wird Dämpfungsfaktor genannt. Je größer dieser Wert ist, um so weniger Spannung geht am Innenwiderstand des Verstärkers verloren.

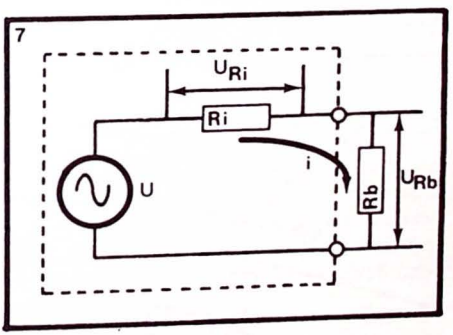


Bild 7. Bei Belastung eines Verstärkers entsteht am Innenwiderstand ein Spannungsabfall.

Die Anschlußimpedanz eines Verstärkers ist immer bekannt; wie wird der Dämpfungsfaktor gemessen? Jedenfalls nicht mit einem Ohmmeter an den Ausgangsklemmen, denn es handelt sich um eine dynamische Größe, die im Betrieb gemessen werden muß.

Dazu steuert man den Verstärker mit einem Sinussignal 1 Kilohertz, die Amplitude wird so eingestellt, daß die Ausgangsspannung den Betrag hat, der in der Nennlast (z.B. 4 Ohm) die Nennleistung (z.B. 50 Watt) erzeugt. Klemmt man die Last ab, so steigt die Ausgangsspannung etwas an, weil vorher der Laststrom am Innenwiderstand einen Spannungsabfall erzeugte, der nicht am Ausgang erschien. Aus dem Unterschied der beiden Spannungen beim unbelasteten und beim belasteten Verstärker kann der Innenwiderstand berechnet werden. Zunächst jedoch zwei Vorbemerkungen:

'. Nicht jeder Verstärker darf mit offenem usgang betrieben werden.

. Der Unterschied zwischen den beiden ›pannungen ist sehr gering, so daß mit einem genau anzeigenden Digitalvoltmeter gemessen werden muß.

Die Messung des 50 Watt-Moduls ergab folgende Werte: unbelastet 14,42 Volt, belastet 14,14 Volt. Bei Belastung steht demnach über dem Innenwiderstand eine Spannung von 0,28 Volt, während die Spannung über der Last Rb 14,14 Volt beträgt. Beide Widerstände werden vom gleichen Strom durchflossen. Die Spannungen, die der Strom an verschiedenen Widerständen erzeugt, stehen im Verhältnis der Widerstandswerte:

$$Ri : Rb = 0{,}28 : 14{,}14$$

Durch Umstellung erhält man:

$$Ri = Rb \frac{0{,}28}{14{,}14} = 4 \cdot 0{,}0194$$

Der Dämpfungsfaktor ist das Verhältnis von Anschlußimpedanz zu Innenwiderstand:

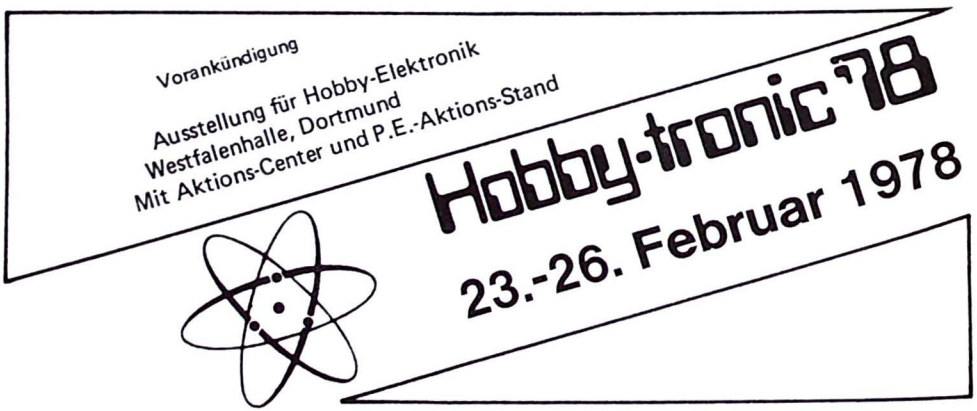
$$D = \frac{4}{0{,}0776}$$

$$= 51{,}54$$

Dieser Wert liegt im üblichen Bereich.

NACHBEMERKUNG

Außer den hier besprochenen gibt es noch weitere, speziellere Verstärkerdaten, z.B. Intermodulationsverzerrungen, Leistungsbandbreite. Sie haben jedoch eine geringere Bedeutung, außerdem kann z.B. die Intermodulationsverzerrung im P.E.-Labor nicht gemessen werden, da die erforderlichen Meßmittel zu speziell und aufwendig sind.



MODULSERIE 1:

HiFi Modultechnik

Anschluß des LED-VU-Meters
Verbindungen zwischen den Moduln
Modulmontage

Die HiFi-Modulserie kann sich bereits nach drei veröffentlichten Einheiten einer sehr großen Beliebtheit erfreuen. Nicht zuletzt aufgrund dieses Erfolgs wurde eine zweite Modulserie projektiert: Die P.E.-Meßmodul-Serie (Näheres an anderer Stelle in dieser Ausgabe).

Obwohl erst drei Einheiten beschrieben wurden: 50 Watt-Verstärker, LED-VU-Meter und Tremolo, sind zahlreiche Leser an konkreten Vorschlägen für den Einsatz und die Zusammenschaltung der Einheiten interessiert. Insbesondere die beim gemeinsamen Betrieb von Einheiten der Serie und vorhandenen Geräten wie Rekorder und Verstärker auftretenden Kopplungsprobleme werden in der Korrespondenz angesprochen.

Deshalb beginnt mit dem vorliegenden Beitrag eine Artikelreihe, die parallel zu den Gerätebeschreibungen läuft und die angesprochenen Kopplungsfragen möglichst praxisnah behandelt.

STROMVERSORGUNG

Mit Ausnahme des Endverstärker-Moduls werden alle Einheiten mit einer Spannung von 25 Volt betrieben, die sie aus einem gemeinsamen Netzteil beziehen. Dieses spezielle Modul befindet sich noch in der Entwicklung. Selbstverständlich kann das Netzteil auch an anderer Stelle im Gehäuse angeordnet werden, so daß auf der Frontplatte nur ein Netzschalter und eine Kontrolleuchte erscheinen. Wer einem solchen diskreten Netzteil den Vorzug gibt, kann die in Bild 1 angegebene Schaltung benutzen. Mit Rücksicht auf den Rahmen dieses Beitrags und das projektierte Netzmodul erfolgt hier keine Beschreibung dieser Schaltung. Wer ein weinig Erfahrung im Aufbau von Schaltungen hat, kann mit den im Bild angegebenen Daten ohne weiteres das Netzteil konstruieren. Die Belastbarkeit ist mit 1 Ampere so hoch, daß alle Einheiten gespeist werden können. Zu beachten ist, daß dieSchaltung keine Kurzschlußsicherung enthält. Deshalb sollte man die Netzspannung erst dann einschalten, wenn alle benötigten Einheiten angeschlossen sind und die Verdrahtung gründlich kontrolliert wurde.

ANSCHLUSS DES LED-VU-METERS

Das LED-VU-Meter ist das einzige Modul der Serie, das keine Bearbeitung des Signals vornimmt. Es hat deswegen auch keinen Aus-

gang, und sein Eingang "hängt" sich an passender Stelle an den Signalweg, liegt aber nicht im Signalweg.
Bild 2 zeigt dies an einem Beispiel, das VU-Meter liegt hier zusammen mit dem Eingang des Endverstärkers am Ausgang eines Vorverstärkers. Zu beachten ist hierbei, daß die Masse des VU-Meters mit der Masse des Vorverstärkers verbunden werden muß.
Zahlreiche Leser wollen das LED-VU-Meter an den Lautsprechern anschließen. Das geht im Prinzip, es gibt lediglich einen Einwand; ein Teil der Funktionsgruppen in der VU-Meter-Schaltung sind dann nämlich überflüssig. Die Signalamplitude am Ausgang des Endverstärkers ist meist so hoch, daß die Anzeigeschaltung unmittelbar gesteuert werden kann, der eingebaute Spannungsverstärker also nicht nötig wäre. Das Entfernen dieser Funktionsgruppe erfordert jedoch einen erheblichen Eingriff in die Schaltung und ist deshalb nicht zu empfehlen. Überdies würde das Modul seinen universellen Charakter verlieren, außerdem entfällt mit dem Vorverstärker auch die Empfindlichkeitseinstellung, für die dann eine andere Lösung zu finden wäre.
Beim Anschluß an die Lautsprecher bzw. an den Ausgang des Endverstärkers ist die richtige Verdrahtung zu beachten. In praktisch allen Transistorverstärkern liegt einer der Lautsprecherausgänge an der Masse des Verstärkers. Der Anschluß der beiden VU-Schaltungen muß in der Weise erfolgen, daß die Masse der VU-Schaltung an der Masse des Verstärkers liegt. Passiert beim Verdrahten ein Fehler, so wird einer der Verstärkerausgänge kurzgeschlossen.

Bild 3 zeigt die richtige Verdrahtung. Die Masseleitungen der VU-Prints sind miteinander verbunden, denn sie liegen beide am negativen Pol der Speisespannung.
Die beiden an Masse liegenden Lautsprecher-

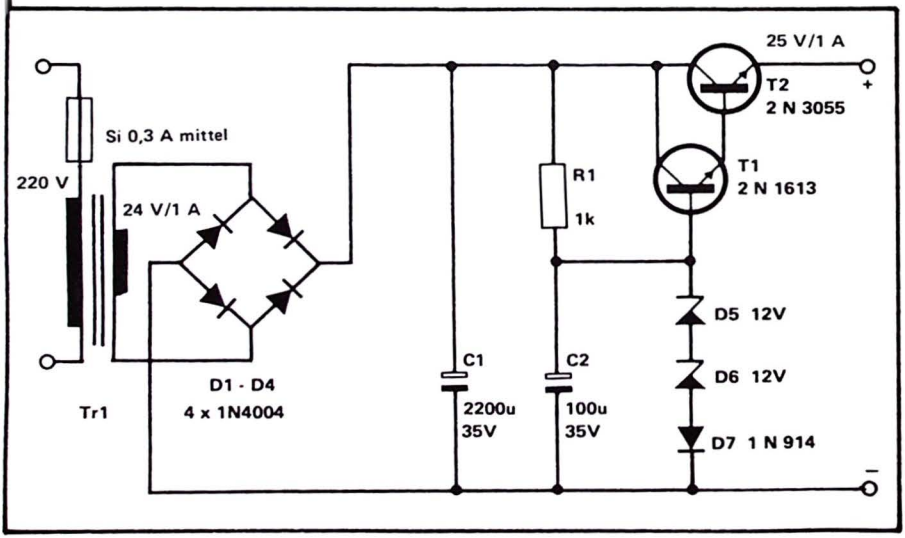


Bild 1. Ein geeignetes Netzteil für die Stromversorgung der signalverarbeitenden Moduln und des LED-VU-Meters.

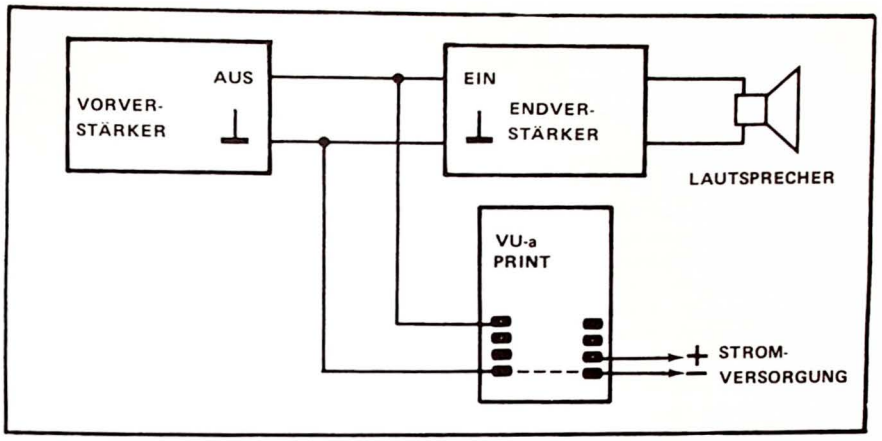


Bild 2. Anschluß des LED-VU-Meters zwischen Vor- und Endverstärker. Die Eingänge des Moduls und des Endverstärkers sind einfach parallelgeschaltet. Der Minuspol (Masse) der Modulspeisespannung ist mit der Masseleitung des Vorverstärkers zu verbinden. Das Bild zeigt nur einen Kanal.

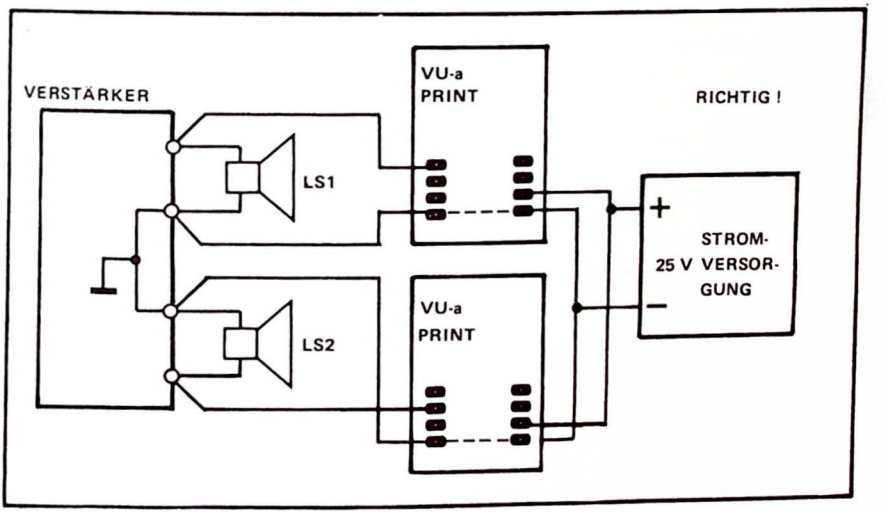


Bild 3. Das LED-VU-Meter kann auch am Ausgang des Endverstärkers angeschlossen werden, es liegt dann parallel zu den Lautsprechern. Das Bild zeigt die richtige Verdrahtung, im Gegensatz zu Bild 4.

ausgänge sind über das Netzteil im Verstärker ebenfalls verbunden. Verbindet man die beiden Masse-Leitungen miteinander, so ist alles in Ordnung. Die signalführenden Ausgänge liegen an den Eingängen des VU-Meters.

Bild 4 zeigt die falsche Verdrahtung, beim unteren VU-Print sind die Anschlüsse vertauscht. Die fette Linie zeigt das Ergebnis: Der untere Verstärkerausgang ist kurzgeschlossen. Beim Einschalten des Verstärkers passiert es dann, wenn das Gerät nicht zufällig mit einer Kurzschlußsicherung ausgestattet ist. Welcher der beiden Lautsprecherausgänge eines Kanals mit Masse verbunden ist, kann man bei ausgeschaltetem Verstärker mit einem Durchgangsprüfer oder mit einem Ohmmeter im niederohmigen Bereich feststellen.

MODUL-VERBINDUNGEN

Das Print-Layout aller Moduln ist, auch wenn es viel Entwicklerschweiß gekostet hat, so ausgeführt, daß alle Ein- und Ausgänge der Einheiten in einer Linie liegen (mit Ausnahme des 50 Watt-Moduls).

Die Verbindungen zwischen den Einheiten sind deshalb sehr kurz, was nicht nur elektronische Vorteile hat, sondern auch Verdrahtungsarbeit spart und besser aussieht.

Wie es auf dem Papier aussieht, zeigt Bild 5. Das VU-Meter ist in diesem Bild nicht enthalten, seine Anschlußmöglichkeiten wurden bereits besprochen. Das System enthält die beiden Netzteile für die beiden Leistungsverstärker und die übrigen Einheiten. Als Beispiel für eine signalverarbeitende Einheit ist das Tremolo-Modul eingezeichnet. Im ausgebauten System ist die Anzahl der Einheiten meist viel größer als im Bild.

Die Verbindungen vom vorletzten Modul zu den Endverstärkern sind mit abgeschirmtem Kabel auszuführen, die Abschirmung wird jedoch nur in einem Kanal mit der Masse des Verstärkermoduls verbunden; das Bild ist in dieser Hinsicht also durchaus korrekt.

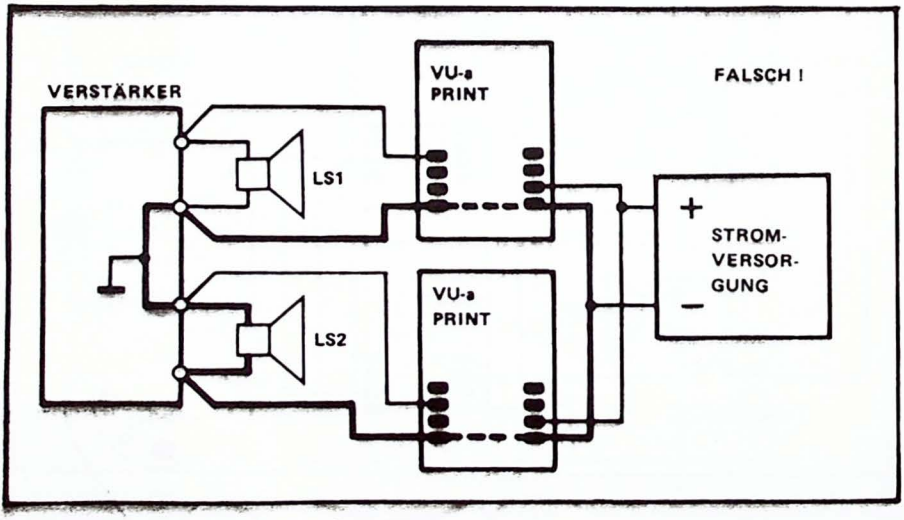


Bild 4. Falscher Anschluß des LED-VU-Meters. Der untere Verstärker-Ausgang ist kurzgeschlossen.

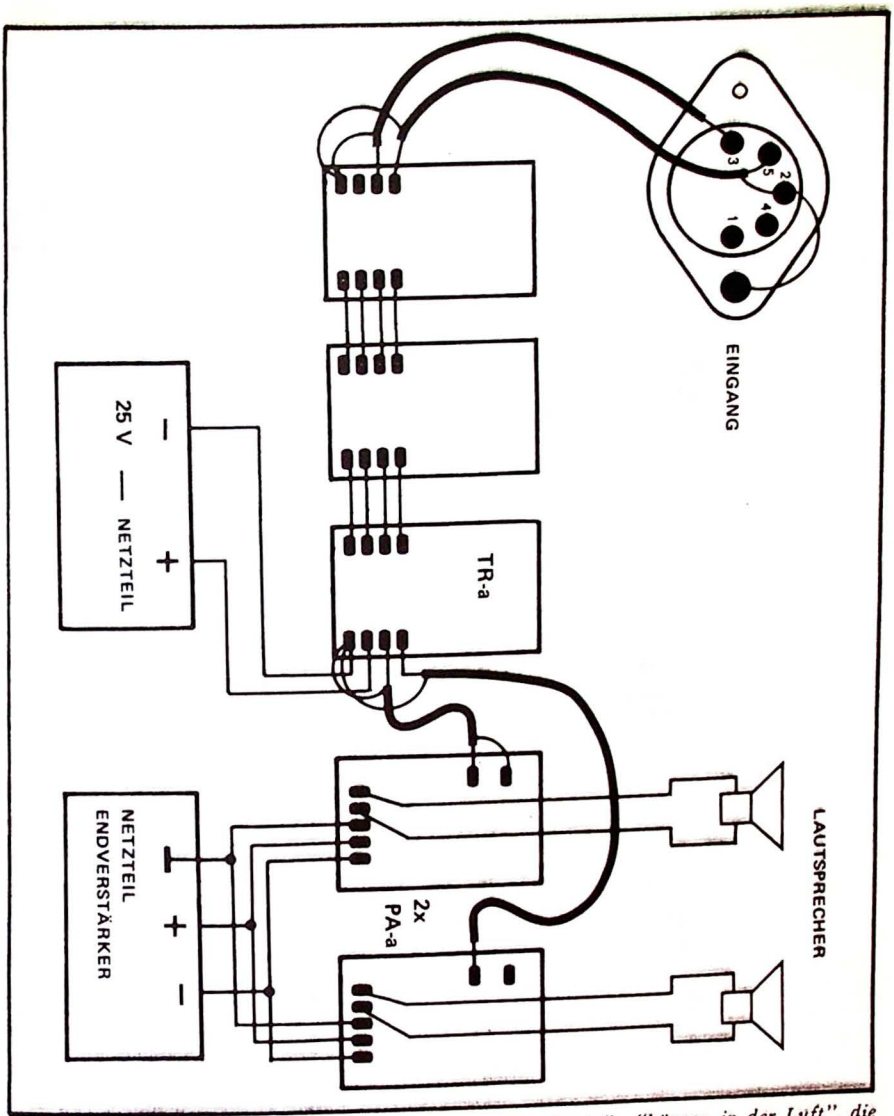


Bild 5. Verdrahtungsbeispiel einer Modulkette. Die Netzteile "hängen in der Luft", die einzige Verbindung zwischen der elektronischen und der mechanischen Masse (Chassis) befindet sich an der Eingangsbuchse.

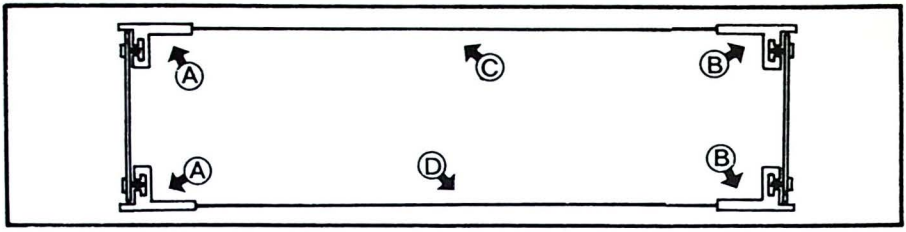


Bild 6. Schnittbild eines Gehäuses mit Gleitmutterkanälen.

Das Verbot von Masseschleifen ist auch hier gültig. Die Minuspole der Netzteile dürfen nicht mit dem Chassis verbunden werden. Die einzige Chassisverbindung findet an der Eingangsbuchse statt, der mittlere Anschluß (Pin 2) liegt über ein Stück blanken Draht, der beim Befestigen der Buchse einfach untergeklemmt wird, am Chassis.

Die Verbindungen zwischen den Moduln untereinander und den NF-Ein- und Ausgängen werden zweckmäßig steckbar ausgeführt. Preiswert und gut ist ein Selbstbau-System mit Lötstiften und Steckschuhen als Gegenstücke. Dieses System ist, wenn man es konsequent anwendet, sehr flexibel. Unter dem Titel "Uniflex" ist für die nächste Ausgabe eine umfassende Beschreibung dieses Systems geplant.

MODULMONTAGE

Für den Einbau der Moduln eignen sich hervorragend Gehäuse mit Gleitmutterkanälen, wie in früheren Ausgaben bereits erwähnt wurde. Bild 6 zeigt ein solches Gehäuse im Schnitt.

Mit A sind zwei rückseitige Gleitmutterleisten bezeichnet. Das Deckblech C und das Bodenblech D werden einfach in Schlitze gesteckt, mit denen die Leisten versehen sind.

Die Frontleisten B enthalten ebenfalls Schlitze für Deck- und Bodenblech. Die beiden Seitenteile enthalten je vier Bohrungen, sie dienen zum Anschrauben dieser Platten; in den Profilleisten sind für diesen Zweck Gewindebohrungen vorgesehen.

Zum Gehäuse gehören mehrere Platten, die zusammen die Rückwand bilden. Diese Platten sind unterschiedlich ausgeführt: Netzzuführung mit Sicherung, Ein- und Ausgänge mit Diodenbuchsen, Platten mit Lüftungsschlitzen und Blindplatten. Diese Teile werden ebenso, wie vorne die Frontplatten der Moduln, auf die Gleitmutterkanäle der Profilleisten gelegt und mit passend hingeschobenen Muttern und kurzen Schrauben festgeschraubt.

Zu den Abmessungen: Die Höhe ist durch die Abmessung der Frontplatten gegeben, die Tiefe beträgt 200 mm. Wahrscheinlich werden zwei Breiten erhältlich sein.

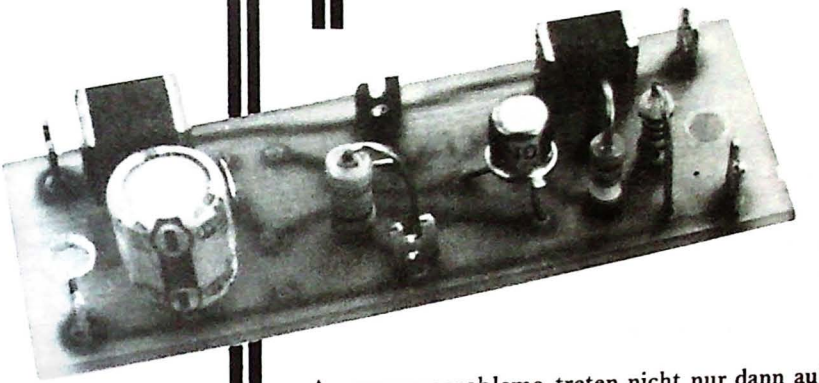
Aus postalischen Gründen können hier keine konkreteren Angaben über Bezugsmöglichkeiten gemacht werden; gestattet ist jedoch der Hinweis auf den Anzeigenteil (der nächsten Ausgaben).

WAS NOCH KOMMT

Die Modulserie wird zunächst um folgende Einheiten erweitert:

- Basisbreite
- Hall
- Loudness-Filter
- Höhen + Tiefen
- Lautstärke + Balance
- Eingangsverstärker
- Rauschfilter

puffi



Anpassungsprobleme treten nicht nur dann auf, wenn man zu einem Verstärker einen oder mehrere passende Lautsprecher sucht. Auch bei der Zusammenstellung einer NF-Anlage aus vorhandenen Bausteinen kann Fehlanpassung auftreten, wenn z.B. ein Tuner oder Tonbandgerät eine zu hohe Ausgangsimpedanz hat oder der Eingang eines vorhandenen Verstärkers nicht hochohmig ist.

In solchen Fällen kann der Puffi als Impedanzwandler zwischengeschaltet werden. Sein Verstärkungsfaktor beträgt 1 x (Null dB). Je Kanal ist an Halbleitern nur 1 Transistor erforderlich. In einer der nächsten Ausgaben zeigt sich Puffi von einer anderen Seite: als universeller 10 x-Verstärker (20 dB); ebenfalls mit nur einem Transistor, unter Verwendung des gleichen Prints.

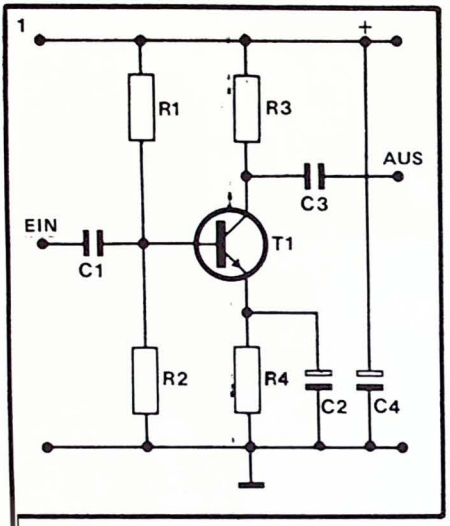


Bild 1. Eine Standard-Transistorstufe. Schlechteste ihrer schlechten Eigenschaften: die sehr niedrige Eingangsimpedanz.

Schaltet man zwei NF-Bausteine so zusammen, wie sie in einer NF-Übertragungskette normalerweise zusammengehören, so stimmt in allgemeinen die Pegelanpassung, d.h. die Signalamplitude des steuernden Gerätes und die Eingangsempfindlichkeit des folgenden Kettengliedes haben solche Werte, daß das zweite Gerät gut aussteuert und mit Sicherheit nicht übersteuert wird. So kann man z.B. mit dem Mikrofon eines Tonbandgerätes der Marke A auf einem Gerät der Marke B gut ausgesteuerte Aufnahmen machen und mit diesem Signal einen externen Verstärker der Marke C voll aussteuern. Dank der Verstärkungsreserve und des Pegeleinstellers, über die fast jedes Kettenglied verfügt, gibt es hinsichtlich der Pegelanpassung kaum Probleme, außerdem haben sich im Laufe der Zeit Standardwerte für die Pegel herauskristallisiert, die teilweise sogar genormt sind.

Anders ist es mit der Impedanzanpassung. Standardwerte sind z.B. die 47 Kiloohm Eingangsimpedanz der Entzerrer-Vorverstärker für magnetodynamische Tonabnehmer und die 4/8 Ohm der Verstärkerausgänge, aber sonst verfährt man meist nach der Devise: hohe Eingangsimpedanz, niedrige Ausgangsimpedanz. Eine Anpassung im ursprünglichen Sinne ist das nicht, denn der Eingangskreis des gesteuerten Gerätes ist nicht die Last im Ausgang des steuernden Gerätes (wie bei der sogenannten Leistungsanpassung). Vielmehr läßt die niedrige Ausgangsimpedanz es zu, den Ausgang des Gerätes als Spannungsquelle (mit niedrigem Innenwiderstand) zu betrachten, die man mit dem hochohmigen Eingang des folgenden Gerätes belasten kann, ohne daß sich an der Ausgangsspannung etwas ändert. Man kann dies mit einer anderen Spannungsquelle vergleichen: mit einer Batterie. Schließt man ein 0,2 A-Lämpchen an eine Flachbatterie an, so nimmt die Spannung etwas ab, auch wenn die Batterie frisch ist. Belastet man die Batterie dagegen hochohmig mit einem Widerstand 1 Kiloohm oder 10 Kiloohm, so ändert sich die Spannung kaum oder nicht.

Bei der Zusammenschaltung zweier NF-Bausteine kommt es in noch viel stärkerem Maße als in dem Batteriebeispiel darauf an, daß das steuernde Gerät (die „Spannungsquelle") nicht zu stark belastet wird. Außer der mehr oder weniger ausgeprägten Abnahme der Signalamplitude bewirkt die Überlastung auch eine Beschneidung der unteren Bandgrenze: Die tiefen Töne fallen weg. Der (zu) niedrige Eingangswiderstand der gesteuerten Schaltung bildet mit dem Koppelkondensator der Steuerschaltung einen Spannungsteiler für die Signalwechselspannung. Der auf den Kondensator entfallende und damit verlorene Teil der Spannung ist um so höher, je niedriger die Frequenz ist.

Treten in einer selbstgestrickten NF-Kette Amplituden- und Baßverluste gleichzeitig auf, so ist Fehlanpassung die wahrscheinlichste Ursache. Während sich der Frequenzgang durch Heraufsetzen der Kapazitätswerte der Koppelkondensatoren relativ leicht korrigieren läßt, ist eine Korrektur der Anpassung nur durch zusätzliche Transistorstufen möglich. Derartige Eingriffe in die Geräte lassen sich durch Zwischenschaltung eines Impedanzwandler gänzlich vermeiden. So ein Impedanzwandler, auch Puffer oder Pufferstufe genannt, hat eine hohe Eingangs- und eine niedrige Ausgangsimpedanz.

EIN BISSCHEN THEORIE

Transistorschaltungen haben so viele Vorteile, daß niemand dem Röhrenzeitalter eine Träne nachweint. Was jedoch den erfahrenen Elektronikern vor ca. 20 Jahren, als die Transistoren kamen, bekanntermaßen Kopfschmerzen bereitete und das Hineindenken in die Halbleitertechnik erschwerte, war die Tatsache, daß Transistorstufen eine niedrige Eingangsimpedanz haben. Die Spannungssteuerung der Röhre erfolgt leistungslos, eine Transistorstufe dagegen entzieht der steuernden Stufe eine Steuerstrom, der beim Schaltungsentwurf zu berücksichtigen ist..

Bild 1 zeigt eine typische Transistor-Verstärkerstufe. Zur Gleichspannungseinstellung (Ruhezustand der Schaltung ohne Steuersignal am Eingang) dienen die Widerstände R1, R2 und R4. Wirkungsweise und Merkmale der Gleichspannungseinstellung können im Rahmen dieses Beitrags nicht besprochen werden, sie stehen auch nur indirekt in Zusammenhang mit dem hier behandelten Problem.

Der Kondensator C2 parallel zu R4 ist ein Elko, der den Widerstand R4 für Wechselspannung kurzschließt und damit verhindert, daß am Emitter eine Signalspannung auftritt. Liegt am Eingang der Schaltung Bild 1 eine Wechselspannung (das NF-Signal), so fließen in der Schaltung mehrere Ströme, welche die

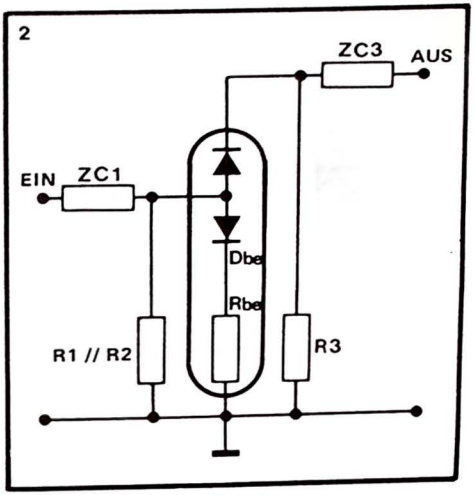


Bild 2. Das Ersatzschaltbild für Wechselspannung.

Signalquelle (das vorgeschaltete Gerät oder z.B. ein Mikrofon) liefern muß. Je größer der Gesamtstrom bei gegebener Spannung ist, um so niedriger ist offenbar die Impedanz, d.i. der Wechselspannungswiderstand des Schaltungseingangs.

Von welchen Bauelementen wird die Impedanz bestimmt? Bild 2 zeigt das sogenannte Ersatzschaltbild für Wechselspannung. Das Ersatzschaltbild enthält nur die für Wechselspannung wirksamen Bauelemente.

In Reihe zu der zwischen „EIN" und Masse angeschlossenen Wechsels pannungsquelle liegt der Kondensator C1 (Bild 1) als Impedanz ZC1 (Bild 2). Dahinter liegen die beiden Widerstände R1, R2 parallel an Masse, denn der dicke Elko C4 im Netzteil, das in Bild 1 nicht eingezeichnet ist, hat eine sehr niedrige Impedanz und legt die Plusleitung wechselspannungsmäßig auf Masse.

Die Basis-Emitter-Diode des Transistors hat

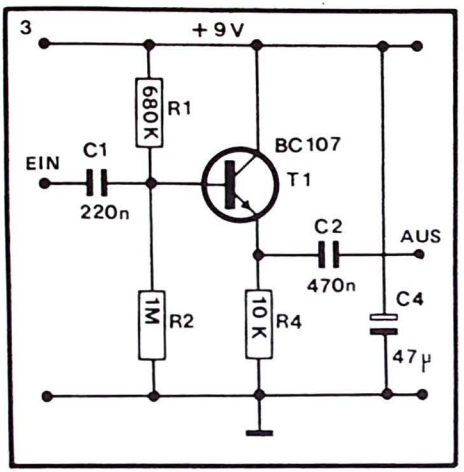


Bild 3. Der Emitterfolger, auch Spannungsfolger genannt, verstärkt nicht; Ausgangsspannung gleich Eingangsspannung. Seine Funktion: Impedanzwandler.

eine Schwellenspannung von 0,7 Volt (Silizium), in Bild 2 dargestellt durch die Diode Dbe. Der ohmsche Widerstand des Halbleiters, auch Flußwiderstand oder Materialwiderstand genannt, ist in Bild 2 mit Rbe bezeichnet; er ist klein und beträgt meist einige -zig Ohm. Der Emitter liegt dank C2 (Bild 1) wechselspannungsmäßig an Masse.

Genaugenommen ist Dbe in Bild 2 überflüssig, da diese Diode dank der Gleichspannungseinstellung der Transistorstufe in Flußrichtung vorgespannt ist und ihre Diodeneigenschaft (Gleichrichterwirkung) nicht zur Geltung kommt. Da außerdem der Kondensator C1 immer so bemessen wird, daß seine Impedanz ZC1 auch bei den niedrigsten Frequenzen des NF-Signals vernachlässigt werden kann, wird die Spannungsquelle mit der Parallelschaltung der Impedanzen R1// R2//Rbe belastet. Den weitaus geringsten Wechselstromwiderstand hat Rbe, er ist deshalb für die sehr niedrige Eingangsimpedanz der Schaltung Bild 2 verantwortlich.

Schaltungen wie in Bild 2 werden nicht nur wegen ihrer geringen Eingangsimpedanz nicht als 1. Stufe eines NF-Verstärkers verwendet, sondern auch wegen des hohen Klirrfaktors. Im allgemeinen setzen Maßnahmen zur Verringerung des Klirrfaktors die Eingangsimpedanz herauf, jedoch bleiben die Stufen generell niederohmig, wenn nicht gezielte Maßnahmen getroffen werden, wie z.B. „bootstrapping" im Minimix (in dieser Ausgabe). S. 46 ff

DER EMITTERFOLGER

Bild 3 zeigt eine Schaltung, die eine sehr viel höhere Eingangsimpedanz hat und bereits als hochohmig gelten kann: den Emitterfolger. Der Widerstand R4 in der Emitterleitung ist nicht durch einen Kondensator entkoppelt und deshalb auch für Wechselspannung voll wirksam. Das Signal am Eingang wird nicht verstärkt, es hat am Emitter dieselbe Amplitude wie an der Basis. Über C2 wird das Signal vom Emitter ausgekoppelt.

Bild 4 zeigt im Vergleich zu Bild 2 deutlich, warum die Eingangsimpedanz des Emitterfolgers viel höher ist. Die Widerstände R1/R2 des Basisspannungsteilers sind auch hier wieder parallel. Am Emitter sieht die Sache jedoch ganz anders aus.

In Reihe zu der Diode Dbe und dem sehr niedrigen Materialwiderstand Rbe liegt der sehr viel höhere Widerstand R4. An diesem Widerstand erzeugt der Transistor die Ausgangsspannung, in Bild 4 durch eine Wechselspannungsquelle Ue symbolisiert. Die Ausgangsspannung Ue der Wechselspannungsquelle R4 hat fast denselben Wert wie die Eingangsspannung. Da die Differenz zwischen Ein- und Ausgangsspannung (Emitterspannung) also sehr klein ist, fließt nach dem Ohmschen Gesetz ein sehr kleiner Eingangsstrom in die Basis des Transistors. Die Eingangsimpedanz eines als Emitterfol-

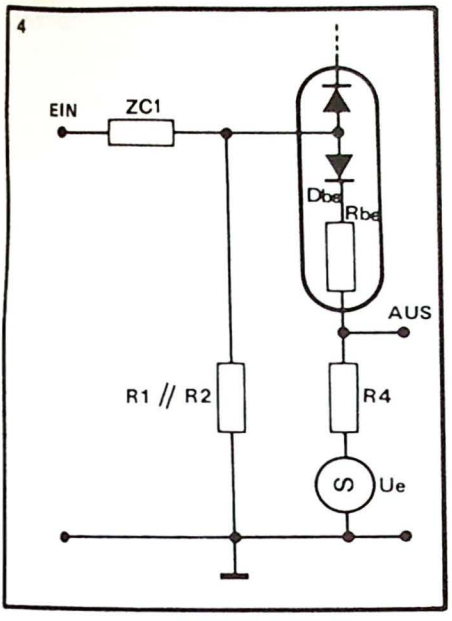


Bild 4. Vereinfachtes Wechselspannungs-Ersatzschaltbild des Emitterfolgers.

STÜCKLISTE

BESTÜCKUNG FÜR EINEN KANAL

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT

R 1 = 680 k-Ohm
R 2 = 1 M-Ohm
R 3 = 10 k-Ohm

KONDENSATOREN

C 1 = 220 nF, Siemens MKM
C 2 = 470 nF, Siemens MKM
C 4 = 47 uF, 12 V, stehende Montage
C 3 = enfällt

HALBLEITER

T 1 = BC 107

SONSTIGES

Miniatur-Schiebeschalter, 2 x UM
2 DIN-Chassisbuchsen, 5pol.
6 Lötstifte oder -ösen

ger geschalteten Transistors läßt sich mit einer Faustregel überschlägig bestimmen, sie ist das Produkt aus R4 und dem Stromverstärkungsfaktor des Transistors, der bei dem BC107 (Bild 3) laut Datenblatt minimal 100 beträgt.

Die Eingangsimpedanz der gesamten Stufe ist die Parallelschaltung aus der Eingangsimpedanz des Transistors und der Parallelschaltung R1//R2:

1 Megohm//1 Megohm//680 Kiloohm ≈300 Kiloohm.

Zur Ausgangsimpedanz: Der Emitterwiderstand R4 wurde bei der Erläuterung von Bild 4 Spannungsquelle genannt, welche die Ausgangsspannung der Stufe liefert. Eine Spannungsquelle hat immer einen niedrigen Innenwiderstand, damit sich bei Belastung die Spannung möglichst nicht ändert. R4 mit seinen 10 Kiloohm kann demnach nicht die Ausgangsimpedanz sein.

Schließt man an den Ausgang des Emitterfolgers eine Last an, dies ist in der Praxis die Eingangsimpedanz der nächsten Transistorstufe, so liegt diese Last über den Koppelkondensator C2 (Bild 3) parallel zu R4. In der Emitterleitung liegt in dieser Situation ein kleinerer Widerstand als ohne Last. Der Transistor hält auch über diesem Widerstand die Spannung aufrecht, es erscheint am Ausgang nach wie vor ein Signal mit der gleichen Amplitude wie das Eingangssignal, auch wenn die Lastimpedanz klein gegen R4 ist. Der Emitterausgang verhält sich demnach

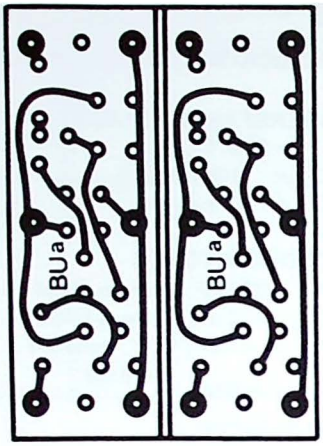


Bild 5. Der zweikanalige Puffi-Print kann durch Sägen zwischen den Doppellinien getrennt werden, wenn man die Schaltungen einzeln verwenden will.

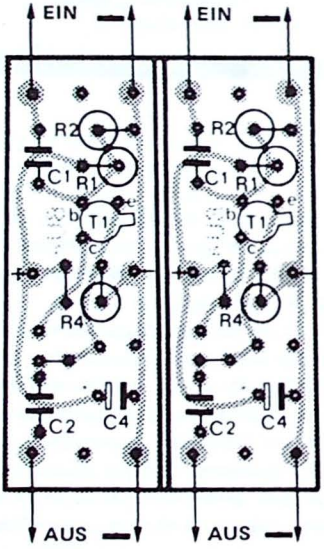


Bild 6. Bei gleichzeitiger Verwendung der beiden Kanäle schaltet man die Anschlüsse für die Speisespannung parallel. Kondensator C4 ist dann nur einmal erforderlich.

wie eine ordentliche Spannungsquelle: keine Spannungsänderung beim Anschluß einer Last.

Zur überschlägigen Ermittlung der Ausgangsimpedanz teilt man R4 durch den Stromverstärkungsfaktor des Transistors, sie beträgt im Beispiel maximal 100 Ohm.

Der in Bild 4 angegebene Emitterfolger hat demnach ein Impedanzwandler-Verhältnis von

100 Ohm : 300 Kiloohm = 1 : 3000

Dieses Verhältnis läßt sich in der Praxis nicht nutzen, weil eine Verringerung der Emitterimpedanz (durch Parallelschalten der Last zu R4) auch die Eingangsimpedanz herabsetzt. Einem einzelnen Emitterfolger gibt man im allgemeinen ein Verhältnis von etwa 1 : 10; das Verhältnis kann um so höher sein, je höher der Stromverstärkungsfaktor des Transistors ist. Zur Realisierung größerer Wandlerverhältnisse schaltet man mehrere Emitterfolger hintereinander (Darlington, Superemitterfolger).

BAUHINWEISE

Der Emitterfolger nach Bild 3 ist für zahlreiche Zwecke geeignet. Beträgt die Eingangsimpedanz des nachgeschalteten Gerätes z.B. 100 Kiloohm, so ist das Wandlerverhältnis 1 : 3. Bei abnehmender Lastimpedanz wird das Wandlerverhältnis immer besser, man braucht demnach die Eingangsimpedanz des Folgegerätes nicht zu wissen: Bei Fehlanpassung hilft Puffi fast immer.

In Stereoanlagen tritt Fehlanpassung ebenfalls in Stereo auf, deshalb ist der Print zweikanalig ausgeführt. Die Schaltung paßt in ein Gehäuse Teko P2, jedoch wird in den meisten Fällen ein direkter Einbau in ein vorhandenes (fehlangepaßtes) Gerät möglich sein.

Bild 7 zeigt den Verdrahtungsplan. In der Mitte ist ein Schiebeschalter als EIN/AUS-Schalter eingezeichnet. Eine 9 Volt-Batterie zur Stromversorgung findet in dem genannten Gehäuse ebenfalls Platz. Unwirt-

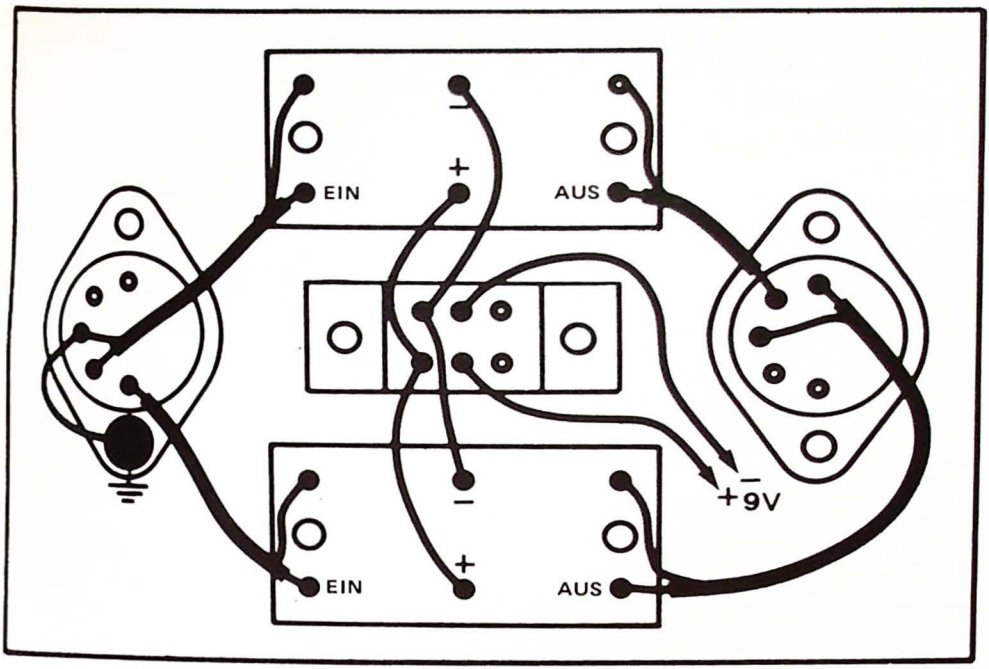


Bild 7. Verdrahtungsplan. Die Abschirmungen sind mit eingezeichnet.

schaftlich ist die Batterie nicht, weil die Stromaufnahme der Schaltung sehr gering ist. Die Speisespannung darf übrigens bis zu 12 Volt betragen.

Die Verwendung abgeschirmter NF-Leitung ist besonders auf der relativ hochimpedanten Eingangsseite wichtig. Auf richtige Schaltung der Abschirmungen achten!

TEST

Berührt man die Eingänge eines Verstärkers mit dem Finger, so brummt es, wenn alles in Ordnung ist. Der Körper fängt die Brummspannung aus der Umgebung (Netz, Netztrafo) auf; Verstärker und Lautsprecher machen das aufgefangene Signal hörbar. Auf diese Weise kann man schnell prüfen, ob eine Anlage nach einem Transport wieder richtig zusammengesteckt ist.

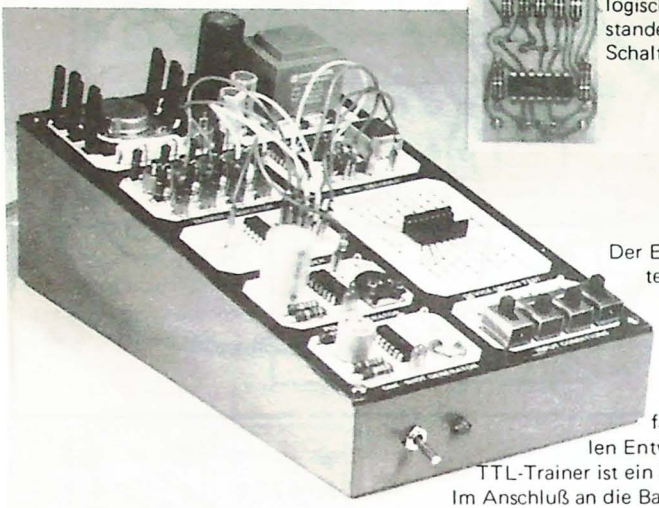
Der Effekt ist am relativ niederohmigen Eingang des Endverstärkers am schwächsten. Schaltet man nun den Puffi vor den Eingang des Leistungsverstärkers, so ist das Brummen stärker, obwohl der Puffi keine Spannungsverstärkung hat: Der hochimpedante Eingang des Puffi ist brummempfindlicher. Dieses Experiment belegt die Impedanzwandlung.

Vorschau

Für die weiteren Ausgaben dieses Jahres stehen u.a. folgende Beiträge auf dem Programm:

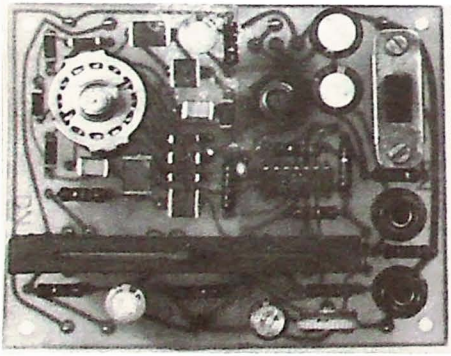
Logic Probe

Einfaches Gerät zur Feststellung des logischen Zustandes in TTL-Schaltungen



TTL-Trainer

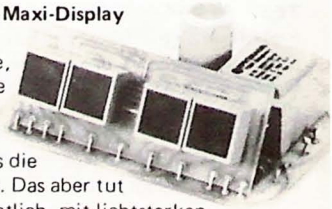
Der Einstieg in die Digitaltechnik ist heute nicht mehr so einfach wie vor Jahren, als sich noch Fachzeitschriften mit den Grundlagen befaßten und der aktuellen Entwicklung folgten. Der TTL-Trainer ist ein kleines Digital-Labor. Im Anschluß an die Baubeschreibung folgen einfache Experimente, die einen wertvollen Wissenschatz vermitteln.



Sinusgenerator in Modultechnik

Erster Beitrag der Modulserie 2: P:E.-Meßmoduln

Mini-Uhr mit Maxi-Display

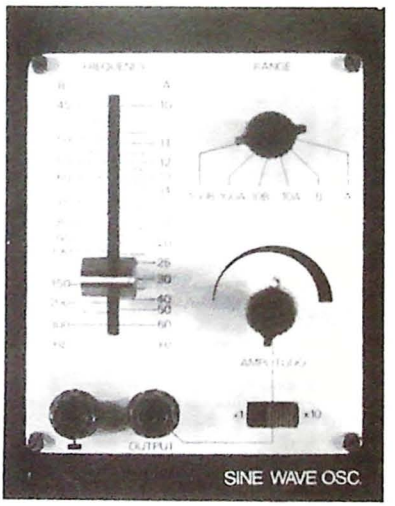


Eine einfache, grundehrliche Digitaluhr, die nichts weiter tut, als die Zeit anzeigen. Das aber tut sie sehr ordentlich, mit lichtstarken, schön großen Displays.

MODULSERIE 2:

Modularer Meßplatz

Im P.E.-Labor wird eine zweite Modulserie entwickelt, die es gestattet, einen Meßplatz nach eigenen Vorstellungen und Erfordernissen zusammenzustellen. Die Serie besteht z.Zt. aus folgenden Einheiten:



Sinusgenerator

Rechteckzusatz zum Sinusgenerator

Unabhängiger Funktionsgenerator

Attenuator (einstellbarer Abschwächer für Frequenzgangmessung)

Labor-Netzteil

Geplant ist außerdem ein digitales Anzeigemodul mit mehreren modularen Meßvorsätzen für Spannungs/Strom-Messung, R/C-Messung und Frequenzmessung. Voraussichtlich in Heft 7 startet diese Serie. Der mechanische Aufbau entspricht im Prinzip dem Aufbau der HiFi-Modulserie.

DIE Hitparade TOP TEN

IHR SCHALTUNGSWUNSCH IM P.E.-PROGRAMM!

P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Elektronik-Hobbyisten. Wie funktioniert das?
Sie können eine Postkarte einsenden. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken — das ist alles.

In P.E.'s Hitparade "TOP TEN" werden die 10 meistgenannten Schaltungen aufgeführt. Damit setzt sich die Redaktion selbst in Zugzwang und muß dafür sorgen, daß die Hits schnellstmöglich kommen!
Die eingesandten Schaltungsvorschläge werden in der Reihenfolge ihrer Nennung mit 5, 4, 3, Punkten usw. bewertet.
Der Stand der Hitparade nach 931 Einsendungen:

1.	Superspannungsquelle (3 Volt .... 30 Volt, 1,3 Ampere)	993
2.	TV-Tonkoppler	487
3.	Lichtdimmer	485
4.	Spannungslupe (Vorsetzer für Vielfachinstrumente)	449
5.	Ultraschall-Einbruchalarm	414
6.	Black-Box-Verstärker (NF-Endverstärker mit IC)	372
7.	Anti-Lichtorgel	249
8.	P.E.-Bamby (Miniverstärker)	244
9.	H.E.L.P. (Handliche Edukative Labor-Platine)	183
10.	Schwesterblitz	180

Die Beiträge "Minimix" und "Lesley/Tremolo" nahmen bisher in der Hitparade die Plätze 2 und 4 ein.

Was sich sonst noch in der Hitparade tut, zeigt die folgende Übersicht:

11.	Rauschfilter in Modultechnik	178
12.	Power-Blink-Zentrale	174
13.	Scheibenwischerautomat	173
14.	Syndiatape (Bildsynchrone Diavertonung)	162
15.	Umformer für Leuchtstofflampe	130
16.	Peace-maker (Zahl- oder-Adler-Zufallsgenerator)	122
17.	Lichtorgel	106
18.	L.E.D.S. (Lampenkontrollschaltung)	103
19.	Black-Box-Vorverstärker	101
20.	Regensonde	85

Alle obengenannten Titel stehen bereits seit einiger Zeit fest auf dem Programm. Inzwischen sind hinzugekommen: Mischmodul, Klangregelmodul, Sinusgenerator (als erstes Modul der Serie "P.E.-Meßmoduln"), Signalspritze/Signalfolger, Miniuhr mit Maxidisplay, TTL-Trainer (Experimentierprint), P.E.-LEX (Wörterbuch der Populären Elektronik), Kombi-Vorverstärker MD/Mikro.
Im Rahmen der Hitparade können selbstverständlich auch Schaltungen vorgeschlagen werden, die bisher noch nicht angekündigt wurden. Von dieser Möglichkeit haben bereits zahlreiche Einsender Gebrauch gemacht. Die Renner unter diesen Schaltungswünschen: Hallgerät, Ladegerät für NiCd-Akkus, Lauflicht. Diese Titel dürften sehr bald in der Hitparade auftauchen.

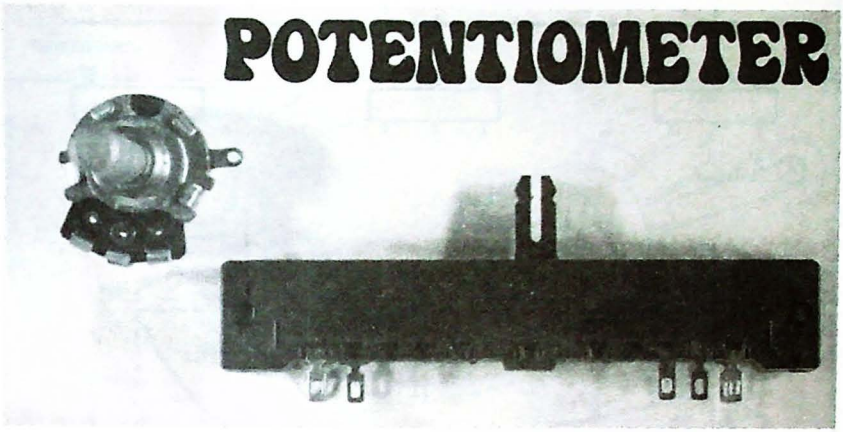
(Verlagsanzeige)

DER MINI-TIP FÜR NOCHNICHTABONNENTEN

Machen Sie mit der Hitparade mit!
Wenn Sie ein Abonnement bestellen, zwei Postkarten ausgefüllt in einen Umschlag stecken und als Brief schicken, kostet es nur 0,50 DM. Dann sind Sie für ganze 10 Pfennige auch in der Hitparade dabei.

Keiner, der nicht schon so ein Ding gedreht hätte. Schieben macht aber mehr Spaß, und so besteht häufig der Wunsch, in vorhandenen Geräten die Drehpotis durch Schiebepotis zu ersetzen. Hier werden die beiden Typen einander gegenübergestellt.

POTENTIOMETER



Zunächst etwas zur Terminologie. Von Potentiometer zu reden, ist nur dann korrekt, wenn alle drei Anschlüsse auch tatsächlich benutzt werden. Sind nur der Abgriff und eine Seite angeschlossen oder liegt der Abgriff mit einer Seite zusammen, so wird das Poti als variabler Widerstand benutzt.

Für die Zusammenschaltung des Abgriffs mit dem normalerweise freien Ende (beim variablen Widerstand) gibt es einen guten Grund: Beim Verdrehen oder Schieben verschlechtert sich vorübergehend der Kontakt zwischen Abgriff und Widerstandsbahn (bzw. der Wicklung bei Drahtpotis). Es können kurzzeitig sogar Unterbrechungen auftreten. In manchen Schaltungen sind diese Erscheinungen störend und können evtl. der Schaltung gefährlich werden. Ist der Abgriff mit dem freien Ende verbunden, so tritt keine völlige Unterbrechung des Kontaktes auf, da der Gesamtwiderstand in der Schaltung liegt.

Schiebepotentiometer werden häufig Schieberegler genannt. Diese Bezeichnung ist falsch, denn Regler gibt es nur in Regelkreisen. In elektronischen Regelkreisen sind Potis Stellglieder, so dient z.B. ein Potis in einem einstellbaren, geregelten Netzteil (nicht: regelbares Netzteil!) zur Einstellung, nicht zur Regelung der Ausgangsspannung.

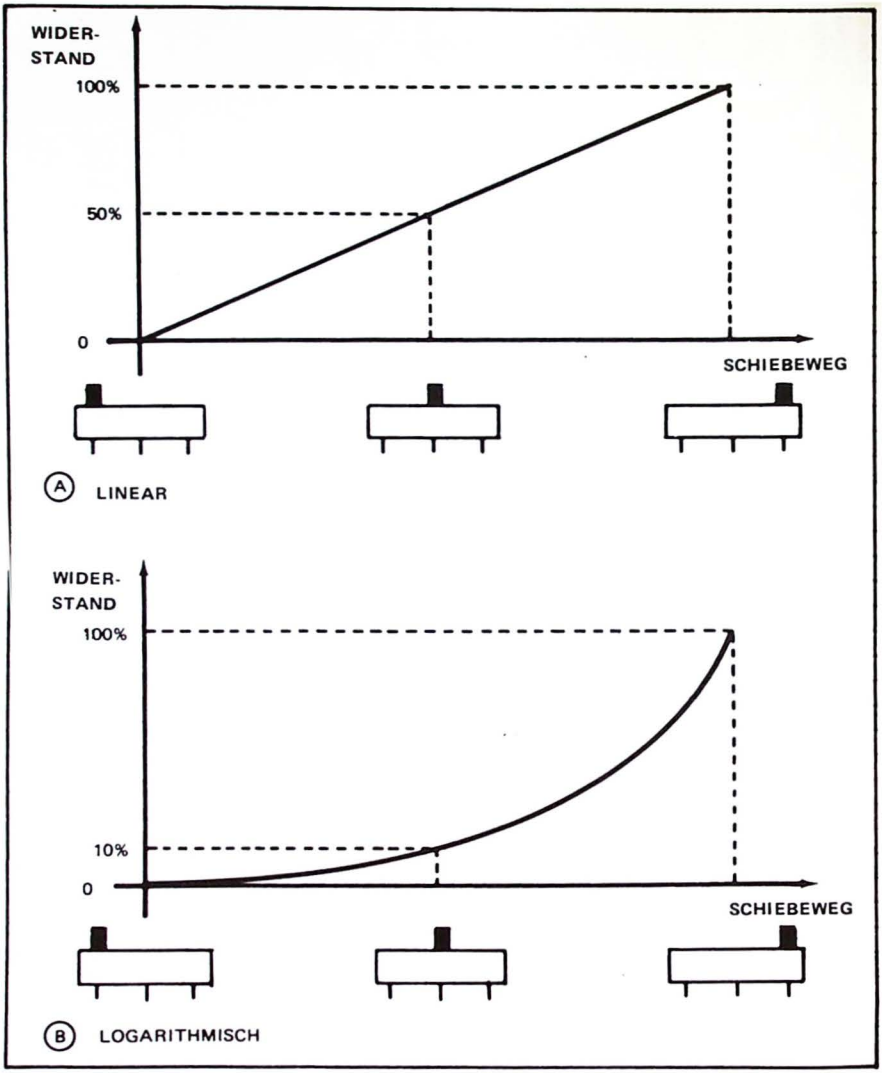


Bild 1. Bei einem linearen Poti (A) steigt der Widerstand linear mit zunehmendem Schiebeweg bzw. Drehwinkel. Bei einem logarithmischen Poti (B) nimmt der Widerstand zunächst langsam, dann immer schneller zu.

Der Regler in einem solchen Netzteil ist ein Transistor (siehe dazu: Spannungsquelle, Heft 2).

Ein Drehpoti durch ein Schiebepoti zu ersetzen, ist kein Problem, wenn es sich um ein Monopotentiometer handelt; die Anschlüsse haben dieselbe Reihenfolge.

Etwas schwieriger ist diese Sache bei Stereopotis; die gängigen Stereo-Schiebe potis haben sieben Anschlüsse, und da es sich meist um logarithmische Potis handelt, lassen sich die beiden äußeren Anschlüsse nicht gegeneinander vertauschen.

Bei einem logarithmischen Poti ist der Widerstandverlauf zwischen den beiden festen, äußeren Anschlüssen nicht linear. Die Widerstands/Weg-Kennlinie hat einen logarithmischen Verlauf. Wie die Widerstands/Weg-Kennlinie eines linearen und eines logarithmischen Potis aussieht, zeigt Bild 1. Namentlich in Verstärkerschaltungen, z.B. zur Lautstärkeeinstellung, werden logarithmische Potis verwendet, damit sich die Lautstärke beim Drehen/Schieben so ändert, daß sich alle Einstellungen möglichst leicht finden lassen. Auch das menschliche Ohr ist

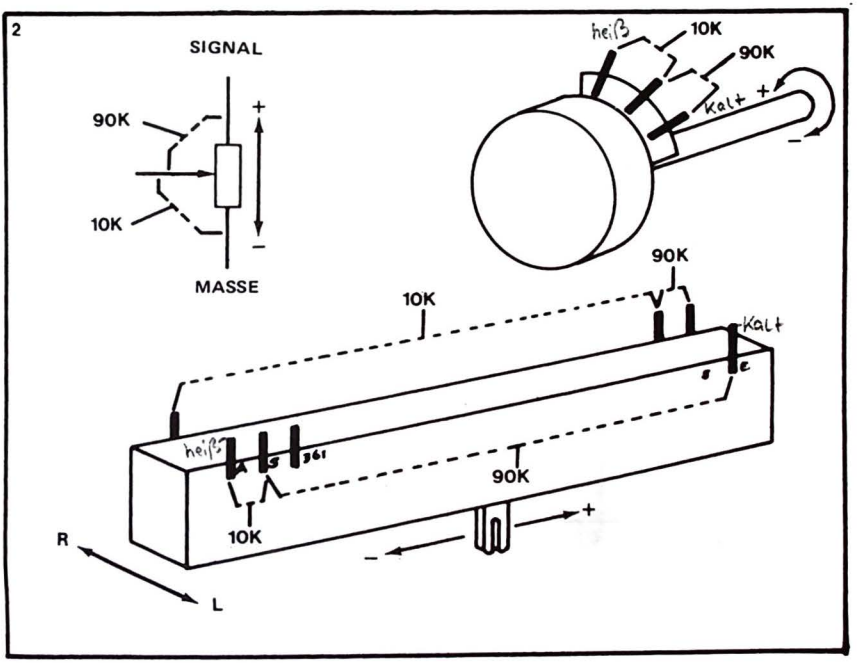


Bild 2. Die Teilwiderstände zwischen dem Abgriff und den beiden äußeren Anschlüssen eines Potentiometersymbols für ein log. Poti, eines log. Drehpotis und eines log. Schiebepotis, unter der Annahme, daß der Gesamtwiderstand 100 Kiloohm beträgt und der Abgriff in Mittelstellung steht.

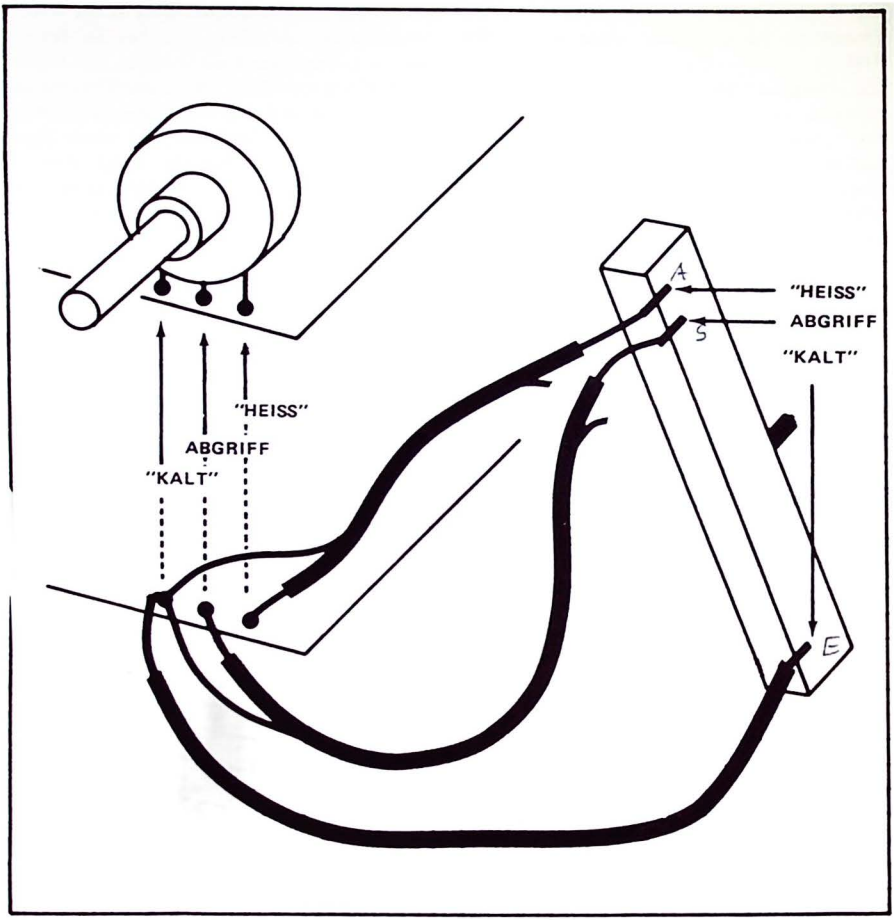


Bild 3. Wenn feststeht, welche Anschlüsse der Potis einander entsprechen, ist der Austausch eines Drehpotis gegen ein Schiebepoti recht einfach. Die kalte Verbindung besteht aus einem Stück ordentlichen Schaltdrahtes oder -litze. Die beiden anderen Verbindungen sind aus abgeschirmtem Kabel, die Abschirmungen liegen nur an einer Seite (Print) an Masse. Das sogenannte Diodenkabel besteht aus zwei abgeschirmten Leitungen, meist mit getrennter Abschirmung der beiden Innenleiter. Dieses Kabel kann ebenfalls verwendet werden, die Abschirmung(en) kommen ebenfalls nur an einer Seite, und zwar an der „Kalt"-Seite des ursprünglichen Potis, an Masse. Je kürzer die Drähte sind und je niedriger der Widerstandswert des Potis ist, desto eher ist es zulässig, unabgeschirmtes Kabel zu verwenden.

nicht linear, es hat einen logarithmischen Zusammenhang zwischen Schallstärke und Stärkeeindruck, seine Empfindlichkeit ist also logarithmisch.

Wie Bild 1 unten zeigt, ist die Widerstandsänderung in der Nähe des einen Potiendes sehr gering, in der Nähe des anderen Anschlusses dagegen sehr stark. Die beiden Anschlagstellungen dürfen deshalb nicht verwechselt werden.

Beim Einbau eines Drehpotis gibt es kein vertun, denn die Potiachse muß in eine bestimmte Richtung zeigen. Die richtige Einbauweise von Stereo-Schiebepotis ist nicht so leicht zu erkennen, deshalb wurde gelegentlich einer Schaltungsentwicklung das Ohmmeter zu Rate gezogen.

Bild 2 zeigt das Ergebnis. Beide, das logarithmische Drehpoti und das logarithmische Stereo-Schiebepoti hatten den Wert 100 Kiloohm und wurden jeweils in Mittelstellung der Abgriffe ausgemessen.

Zunächst wurde eine Meßstrippe des Ohmmeters mit dem Abgriff des Drehpotis verbunden (mittlere Lötöse). Zwischen dem Abgriff und der Seite, wo bei Lautstärkeeinstellern die signalzuführende Leitung angeschlossen wird (das sogenannte „heiße" Ende), betrug der Widerstand 90 Kiloohm. Der Widerstand zwischen Abgriff und dem meist an Masse liegenden Anschluß (kaltes Ende) betrug 10 Kiloohm.

Damit ist die Sache beim Stereopoti klar. Zeigt das Ohmmeter zwischen zwei Anschlüssen 10, 90 oder 100 Kiloohm an, so sind zwei Anschlüsse eines der beiden Potis gefunden. Der dritte Anschluß wird gesucht, indem man eine Meßstrippe an einem der gefundenen Anschlüsse beläßt und mit der zweiten die übrigen antastet. Aus den Meßwerten kann man durch Kombinieren schließen, welcher der drei Anschlüsse Abgriff, heißes oder kaltes Ende ist.

Mit der beschriebenen Methode kann man generell bei allen Potis die Kennlinie (linear oder logarithmisch) feststellen und bei logarithmischen Potis die heißen und kalten Enden ermitteln.

Die gängigen Stereo-Schiebepotis einer bekannten Marke, dazu noch einige andere Potifabrikate, aber eben nicht alle, haben einen 7. Anschluß, der mit keinem der anderen Verbindung hat. Bei diesen Ausführungen sind die beiden Widerstandsbahnen durch eine sich durch die ganze Potilänge ziehende Metallplatte gegeneinander abgeschirmt. Der 7. Anschluß ist mit dieser Platte verbunden. Liegt der Anschluß an Masse, so verringert sich das „Übersprechen" zwischen den beiden Kanälen einer Stereoanlage. Würde man einen hochohmigen Punkt eines Verstärkers mit dem entsprechenden Punkt des zweiten Kanals über einen Kondensator verbinden, so würden Signale aus dem einen Kanal auf den anderen gelangen und umgekehrt. Bei Stereo-Schiebepotis stehen die beiden Widerstandsbahnen in voller Länge einander gegenüber wie die Platten eines Kondensators. Die dadurch entstehende Kapazität ist an hochohmigen Schaltungspunkten (hochohmige Potis) nicht zu vernachlässigen.

(Verlagsmitteilung)

Am 20. Mai und
10. Juni 1977
ist unser Büro geschlossen

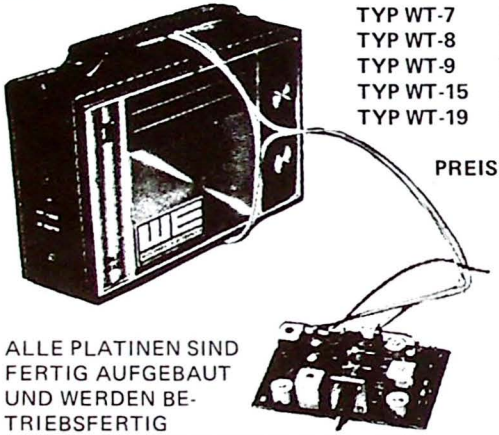
DERPE verlag

MINNINGER SPRECHFUNKANLAGEN

ERWEITERN SIE IHR NORMALES RADIO MIT WENIG AUFWAND ZU EINEM SPEZIALEMPFÄNGER:

DIE SPEZIALPLATINE IST SEHR LEICHT ZU INSTALLIEREN, UND GIBT IHNEN FOLGENDE SPEZIALBEREICHE:

TYP WT-7	FLUGFUNKBAND 110-130 MHz
TYP WT-8	11m-CB BAND 26-30 MHz
TYP WT-9	TAXI-AUTOTELEFONBEREICH
TYP WT-15	AMATEURFUNK 144-146 MHz
TYP WT-19	POLIZEIFUNK 80-86 MHz



PREIS JE TYP 84,– DM

ALLE PLATINEN SIND FERTIG AUFGEBAUT UND WERDEN BETRIEBSFERTIG MIT EINEM ANSCHLUSSPLAN GELIEFERT.

ELEKTRONISCHE SCHATZSUCHE:
DAS NEUE GROSSE HOBBY ZUM AUFSPÜREN VON VERBORGENEN METALLEITUNGEN, WAFFEN UND MÜNZEN.
DER SUCHER ZEIGT SOLCHE GEGENSTÄNDE MIT EINEM SUMMTON AN.

Preis: 239,– DM

Gesamtkatalog gegen DM 4,– in Briefmarken.

VERSAND: 6645 BECKINGEN-1 POSTFACH PE-3

LADENGESCHÄFTE FÜR IHREN ELEKTRONIKBEDARF

6645 Beckingen Im Erz 10
666 Zweibrücken Aug Bebel Str. 28
690 Heidelberg Rathaustr. 48

PREISBOMBE NR. 1

1-Kanal-Lichtorgel-Bausatz
1000 Watt . . . **DM 8,20**
3-Kanal-Lichtorgel-Bausatz
3000 Watt . . . **DM 19,90**
6-Kanal-Lichtorgel-Bausatz
6000 Watt . . . **DM 39,50**
Lichtpulser-Bausatz
1200 Watt . . . **DM 25,90**
Lichtdimmer-Bausatz,
600 Watt . . . **DM 12,50**
Spannungswandler-Bausatz
von 6V auf 12V (24V)
DM 12,80
Bei abnahme von 10 Bausätzen (gleich welcher Art) **abzüglich 20% Rabatt.**
Alle Bausätze sind mit den erforderlichen elektronischen Bauteil- und Schaltbildern ausgestattet.
COMPTALUX-COLOUR-FARBSTRAHLER, rot, grün, blau, gelb a **DM 14,00**
ab 6 Stck . . . a **DM 13,50**
STRAHLER FASSUNG
allseitig schwenkbar
a **DM 10,50**

STOLL ELEKTRONIK VERSAND
POSTFACH 310322
2850 Bremerhaven 31P

Inserenten Verzeichnis

Dr. Böhm 10
Hänsel 10
Heck 10
Krause 4, 5
Krogloth 6
Meier und Niethe 6
Minninger 84
Oppermann 11
Preul 85
RIM 7
RH-Electronic IV
RKV 8
Salhöfer 85
Schuberth 9
Secutronic . . . . . 86, III
Stoll 6, 85
Wynen 7

B40	C 1500	1,10
B30	C 550	0,80
BZX 79	6 V8	0,30
1 N	4151	0,15
SAS	570	4,20
SN	49700	4,00
SN	49711	4,20
SN	7400	0,45
SN	7413	0,90
SN	7420	0,55
SN	7425	0,75
3817		19,50
FND	500	5,20
BY	164	2,80
BZY	85 C 12	0,30
1 N	4002	0,27
BC	141-10	1,20

Preise inkl. 11% MWSt.
+ Vers. Spesen
Versand per NN
nicht unter 25,– DM

BC	107 B	0,40
BC	208 B	0,50
BC	208 C	0,55
BC	237 B	0,45
BC	238 B	0,45
BC	307 B	0,50
BC	338-16	0,75
BF	194	0,65
BF	259	1,40
BF	311	1,45

klaus preul
kape-electronic
johannisthaler chaussee 372
1000 berlin 47

3-Kanal-Lichtorgel
3 x 700 Watt, 1 Gesamt- und 3 Einzelregler. Nur eine sehr kleine Ansteuerleistung ist nötig.
Bausatz lo. Gehäuse . . . . . DM 21,95
Fertiggerät in Plastik-Gehäuse DM 33,95

KUNSTLEDER
schwarz oder rot, ideal zum Bezug von Lautsprecherboxen, Gehäusen usw. 140 cm breit,
je 1 m Lange 7,50

Passender Klebstoff:
250 ml Dose . . . . . DM 4,50
750 ml Dose . . . . . DM 7,50
(750 ml für ca. 1,5 m²)

Lauflichtsteuergerat
4 x 600 Watt. 4 Kanäle werden nacheinander durchgesteuert, Frequenz 1-10 Hz regelbar, mit Netzteil
Bausatz . . . . . DM 35,95
Fertigbaustein . . . . . DM 48,50 + passen les Gehäuse . . . . . DM 5,35

Lichtpulser 1 x 1000 Watt
Elektronischer Lichtblitzstroboskopkopf, für normale Gluhlampen geeignet, Frequenz 1-10 Hz regelbar
Bausatz lo. Gehäuse . . . . . DM 21,95
Fertiggerät im Plastik-Gehäuse DM 33,95

Bausätze für PE-Schaltungen

Aus Heft 1
Transistest
Bauteilesatz . . . . . DM 7,20
P.E. Platine . . . . . DM 6,75

Elektro-Toto-Wurfel
Bauteilesatz . . . . . DM 15,35
P.E. Platine . . . . . DM 6,60

F.B.I. Sirene
Bauteilesatz . . . . . DM 6,60
P.E. Platine . . . . . DM 4,35
Lautsprecher dazu passend DM 4,65

Aus Heft 2
Carbophon
Bauteilesatz . . . . . DM 16,65
P.E. Platine . . . . . DM 6,30

Spannungsquelle 4,5-6-7,5-9 V/0,85A.
Bauteilesatz o. Trafo . . DM 16,95
P.E. Platine . . . . . DM 11,60
Trafo dazu passend . . . . DM 9,90

P.E. Testy
Bauteile + Gehäuse . . . . DM 5,95

Aus Heft 3
Die Kassette im Auto
Bauteilesatz 3,45
PE Platine 3,25
Gehäuse dazu passend 2,70
12 V (6 V) Autoanschlußstecker 1,50
in Zigarettenanzunder passend

Aus Heft 4
Code Schloß
Bauteilesatz 19,95
P.E. Platine 7,15

LED-VU-Meter
(für 1 Kanal, bei Stereo 2 Kanale notig!) Bauteilesatz (f. 1 Kanal) 20,95
P.E. Platine 9,35

Aus der Mikro-Experimentierserie:
Signalhorn
Bauteilesatz 5,10
P.E. Platine (Mi a) 8,50

Aus Heft 5
NF Puffenstufe
(für 1 Kanal; für Stereo bitte doppelt bestellen!)
Bauteilsatz 3,95
PE-Platine 6,40

Minimix - Mischpult (Stereo)
Bauteilsatz mit Drehpotis . . . 25,95
Bauteilsatz mit Schiebepotis . . 30,95

Montagesatz: Buchsen, Knopfe, Schrauben, Gehause usw.
Passend für Drehpotis . . . 19,85
Passend fur Schiebepotis . . . 19,95
PE-Platine 12,95

Tremolo Modul:
Bauteilsatz mit Drehpotis . . 31,95
Bauteilsatz mit Schiebepotis . 33,50
PE Platine 13,85

SA 30 HiFi-Stereo-Verstarker
2 x 15 Watt, komplett mit Lautstarke-, Höhen- und Balancerregler. Eingang 500 mV.
Fertigbaustein . . . . . DM 54,75
TR 30 Netztrafo für SA 30 . DM 17,95
FP 30 Frontplatte fur SA 30 passend, mit Drehknopfen 9,30

SA 50 HiFi-Stereo-Verstärker
wie SA 30, jedoch 2x35 Watt DM 69,75
TR 50 Netztrafo für SA 50 . DM 24,50
FP 50 Frontplatte für SA 50 passend, mit Drehknopfen 9,30

Transistoren:	1 St.	ab 10 St.
BC 107 A,B	0,50	0,45
BC 109 B,C	0,53	0,48
BC 141 - 10	0,75	0,70
BC 161 - 10	1,05	1,00
BC 170	0,19	0,16
BC 237 B	0,28	0,25
BC 238 B	0,27	0,24
BC 250 C	0,17	0,15
BC 260	0,16	0,14
BC 308 B	0,23	0,20
BC 327	0,30	0,25
BD 137	1,00	0,95
BD 138	1,00	0,95
BD 139	0,95	0,90
BD 140	1,15	1,10
2 N 1613	0,85	0,80
2 N 3819	1,95	1,80
IC's:		
LM 741 Mdip	1,15	1,10
NE 555 Mdip	1,75	1,70
SN 7401	0,35	0,30
SN 7440	0,50	0,45
Thyristoren:		
400 V 4,7 A	1,40	1,30
600 V 4,7 A	1,50	1,40
Triac's:		
400 V 3 A TO 5	1,50	1,40
600 V 3 A TO 5	1,60	1,50
Triggerdiode ER 900	0,80	0,75

Viele weitere tolle Elektronik-Angebote finden Sie in unserem neuen
KATALOG '77
Er informiert Sie über alle Bereiche der Elektronik!
Sie erhalten ihn gegen Einsendung von DM 1,50 in Briefmarken.
Muster von Kunstleder gegen DM 0,50 in Briefmarken.

SEK - Salhöfer Elektronik, Jean-Paul-Str. 19, 8650 Kulmbach
Versand per Nachnahme.
Handler fordern Großhandels-Preislisten an.

SECUTRONIC Udo Voit Ing. grad.
Elektronik-Versand: Postfach 694 5300 Bonn Bad Godesberg

Bausätze nach P.E.

Aus PE-Heft 1:

FBI-Sirene
sämtliche Bauteile einschl. Lautsprecher 1W/8 Ohm sowie Befestigungsmaterial, ohne Gehäuse nur . . . . . DM 13,90
PE-Platine . . . . . DM 4,35
Kompl. Bausatz . . . . . DM 18,25

Elektro-Toto-Würfel
sämtliche Bauelemente einschl. IC-Fassungen, ohne Gehäuse nur . . . . . DM 15,80
Teko P/2 Gehäuse . . . . . DM 4,20
Frontplatte dazu bedr. + gebohrt DM 11,90
PE-Platine . . . . . DM 6,60
kompletter Bausatz . . . . . DM 38,50

PE-Transitest
Bauteilsatz mit IC-Fassung und 4,5V-Batterie ohne Gehäuse nur . . . . . DM 12,80
Teko P/2 Gehäuse . . . . . DM 4,20
bedr. und gebohrte Frontplatte . DM 11,90
PE-Platine . . . . . DM 6,75
kompl. Bausatz . . . . . DM 35,65

Aus PE-Heft 2:

Carbophon
sämtliche Bauteile einschl. Lautsprecher + Schieberegler, o. Gehäuse . . . . DM 24,90
PE-Platine . . . . . DM 6,30
passendes Gehäuse . . . . . DM 5,80
kompl. Bausatz . . . . . DM 37,00

Spannungsquelle
alle Bauteile einschl. Trafo Stufenschalter + Kühlkörper ohne Gehäuse . . . DM 40,90
Teko P/3 Gehäuse . . . . . DM 5,85
Frontplatte dazu (bedr. und gebohrt) DM 15,90
PE-Platine . . . . . DM 11,60
kompl. Bausatz . . . . . DM 74,25

PE-Testy
sämtliche Bauelemente lt. Stückliste in PE Heft 2 zusammen o. Gehäuse nur DM 2,95
Gehäuse Teko P/2 . . . . . DM 4,20
dazu passende Frontplatte mit Druck und Bohrungen . . . . . DM 11,90
kompl. Bausatz . . . . . DM 19,05

Aus PE-Heft 3:

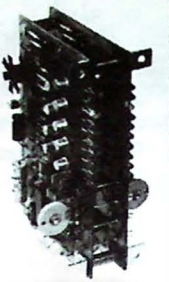
Die totale Uhr
Bauteilsatz lt. Stückliste in PE 3 DM 87,50
PE-Platine DK-a/b . . . . . DM 19,60
Gehäuse Teko Typ 333 . . . . DM 10,65
Frontplatte gebohrt und bedr. + Rückplatte . . . . . DM 22,00
Kompletter Bausatz . . . . . DM 139,75

Die Kassette im Auto
Bauteilsortiment . . . . . DM 3,90
PE-Platine KS-a . . . . . DM 3,25
Gehäuse Teko P/1 . . . . . DM 3,00
Kompletter Bausatz . . . . . DM 10,15

Aus P.E.-Heft 4:

Code schloß
Bauteilsortiment lt. Stückliste in PE 4 DM 21,60
PE-Platine ES-a . . . . . DM 7,15
Frontplatte gebohrt und bedruckt DM 14,20
Kompl. Bausatz . . . . . DM 42,95

50-Watt-Verstärker
Bauteilsortiment incl. Netzteil lt. Stückliste in PE 3 . . . DM 109,00
PE Platine PA-a . . . . . DM 10,95
Frontplatte für 19" Gehäuse FP-PA-a . . . . . DM 11,15
(Schwarze Schrift auf eloxiertem Aluminium)
FN-PA-a . . . . . DM 11,15
Moderner Stil: schwarze Fläche mit Silberschrift



LED-VU-Meter
Bauteilsortiment lt. Stückliste in PE 4 . . DM 23,50
PE-Platine . . . DM 9,35
Frontplatte für 19" Gehäuse . . . . . DM 11,65
FP-VU-a . . . . . DM 11,65
(Schwarze Schrift auf eloxiertem Aluminium)
FN-VU-a . . . . . DM 11,65
Moderner Stil: schwarze Fläche mit Silberschrift.

Tremolo *NEU*
Bauteilsortiment lt. Stückliste in PE 5 . . DM 43,50
PE-Platine . . . . . DM 13,85
Frontplatte für 19" Gehäuse FP-TR-a DM 15,35
(Schwarze Schrift auf eloxiertem Aluminium)
FN-TR-a . . . . . DM 15,35
Moderner Stil: schwarze Fläche mit Silberschrift.
Durch Ergänzung lt. PE 6 zum elektronischen Lesley ausbaufähig.

***NEU* Aus diesem Heft**

Minimix
Bauteilsortiment lt. Stückliste in PE 5 . . DM 39,90
PE-Platine MM-a . . . . . DM 12,90
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . . DM 17,90
TEKO 334 . . . . . DM 13,20
Kompl. Bausatz DM 83,80
Einführungspreis DM 79,90

Puffi

Bauteilsortiment lt. Stückliste in PE 5 . . DM 3,70
PE-Platine BU-a DM 6,40
Gehäuse P/1 . . DM 3,00
Kompl. Bausatz DM 13,10
Einführungspreis DM 12,50

PE-Mikro-Service
Mikro-Hauptplatine MI-a DM 8,50
Mikro-Trimmerplatine MI-b . . . . . DM 4,95
Bauteilsortiment 3 Trimmer, Widerst., incl. Platine MI-b 1/2 . . . DM 5,95
Bauteilsortiment Mikro-1 Blinker incl. Platine) DM 13,50
Super Mikro 1 DM 19,80
Bauteilsortiment [illegible] (Signalhorn) incl. [illegible] DM 13,80
Super Mikro 2 DM 19,90
Super-Mikro-Sortimente enthalten Lötstützpunkte als Stecker und farbige Steckbare Leitungen zum problemlosen Experimentieren!

EINZELTEILSERVICE zu PE-Bauanleitungen

Wer schon ein kleines Elektronik-Labor sein eigen nennt, benötigt zum erstellen der PE-Geräte vielleicht nur noch Einzel-Elemente. Hier helfen wir gerne.
Sämtliche PE-Platinen, Gehäuse und Frontplatten zu den oben genannten Preisen erhalten Sie auch einzeln.

Spezial-Bauelemente:
Uhren-IC 3817 DM 19,95
Anz. FND 500 DM 4,95
Trafo . . . . . DM 5,80
Original Kühlkörper, ungebohrt WA 840 DM 19,80
IC's
STK 036 (50W) DM 34,00
STK 020 (17W) DM 12,95
STK 025 (35W) DM 18,00
STK 050 (100W) DM 55,80

(Alle diese IC's werden mit Datenblatt, Schaltbild, Aufbauhinweisen und Leiterplattenvorlage ausgeliefert. Printplatten nach diesen Schaltplänen können wir ebenfalls liefern.

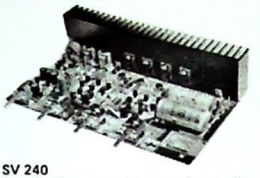
Reed-Relais zum Code Schloß bei uns nur DM 7,40

VEB SECUTRONIC

SECUTRONIC Udo Voit Ing. grad.

Elektronik-Versand: Postfach 694 5300 Bonn Bad Godesberg

STEREO–VOLLVERSTÄRKER 2 x 40 WATT

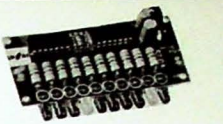


SV 240
Bausatz für einen Stereoverstärker einschließlich Spezialkühlkörper. Alle Bauteile auf einer Platine. Musikleistung **2 x 40 Watt** an 4 Ohm. Klirrfaktor 0,1%. Frequenzbereich 10-150000 Hz. Eingangsempfindlichkeit 250 mV. Stromaufnahme 1,5-2 A. Platinen-Abmessungen 200 x 100 mm.
Best.-Nr. 9511-001 . . . . . DM 127,50
Trafo hierzu Nr. 9511-002 DM 29,50

SV 280
Stereo-Verstärker mit den gleichen Abmessungen und Daten jedoch mit **2 x 80 Watt** Musikleistung.
Best.-Nr. 9511-004 . . . . . DM 195,00
Trafo hierzu Nr. 9511-005 DM 42,50
Formschönes und stabiles Gehäuse für diese Verstärker – eine Zierde für Ihr Wohnzimmer.

Stahlblech Chassis mit sämtlichen Bohrungen.
Hochteile Nußbaum
Front Kunststoff schwarz
Druck Silber
Das Gehäuse mit allem erforderlichen Kleinmaterial. Abmessungen: Breite 440 mm, Höhe 90 mm, Tiefe 140 mm.
Mit allen Bohrungen für EW 4 und VU 15. Vorbereitet für den Einbau einer Digital schaltuhr (NS-Modul) SU 24.
Best.-Nr. 9511-009 . . . . . DM 96,00

EW 4
Eingangswahlschalter zum Einbau in obiges Gehäuse. Frequenzgang 10 Hz-100 kHz. Phono nach RIAA, Empfindlichkeit bezogen auf 220 mV out: Tuner/Ker. 220 mV, Monitor 220 mV bis mehrere Volt, Mic 3 mV, Phono 6 mV, Rauschen bezogen auf 0 dB out (0,775 V): Tuner/Ker./Monitor 90 dB = 0,03 mV, Phono 70 dB = 0,3 mV und Mic 65 dB = 0,4 mV. Eingänge normgerecht abgeschlossen.
Abmessungen 80 x 100 mm.
Auch für andere Selbstbauverstärker hervorragend geeignet.
Best.-Nr. 9511-010 . . . . . DM 66,00



VU 25 mit 10 LEDs
Bausatz für eine fünfstufige Stereo- oder zehnstufige Mono-Pegelanzeige mit Leuchtdioden zur Verwendung in Tonbandgeräten und Verstärkern. Zum SV 240 und SV 280 sind zwei Stück hiervon erforderlich. Eingangsempfindlichkeit regelbar, minimal 36 mV. Versorgungsspannung 10-20 V, max. Stromaufnahme 200 mA. Abmessungen 40 x 80 mm.
Best.-Nr. 9511-012 . . . . . DM 42,50

VU 15 mit 5 LEDs
Entspricht VU 25 jedoch fünfstufige logarithmische Pegelanzeige. Abmessungen nur 45 x 20 mm.
Best.-Nr. 9511-014 . . . . . DM 24,90

UV 41 Stereo-Vorverstärker
Mit Operationsverstärker zur universellen Verwendung. Verstärkung einstellbar (1-100 fach). Eingang 100 kOhm, Ausgang 70 Ohm. 10-20000 Hz, Eingang max. 7 Veff. 40 x 80 mm.
Best.-Nr. 9511-025 . . . . . DM 26,80

ME 41 RIAA-Stereo-Magnetentzerrer
Mit Operationsverstärker. Eingang 47 kOhm, Ausgang 70 Ohm. Klirrfaktor 0,1%. Versorgung 6-36 V, 6 mA bei 24 V. Verstärkung 20 dB bei 1 kHz (10 fach). 40 x 80 mm.
Best.-Nr. 9511-027 . . . . . DM 26,50

NB 30 Stabilisiertes Netzgerät regelbar 1-30 Volt/1 mA-2 A. Bausatz mit integriertem Spannungsregler, einschl. Kühlkörper, nur noch Trafoanschlußforderlich. Restwelligkeit bei 2 A Strom 0,8 mVeff. Lastausregelung 0,6%, Eingangsausregelung 0,08%. Platine 45 x 80 mm. Gehäuse in vorbereitung.
Best.-Nr. 9511-031 . . . . . DM 47,00
Trafo hierzu Nr. 9511-032 . . . DM 22,50

Diese und viele weitere Bausätze werden beschrieben in unserem Bausatzheft.

NEU* GROßES INFORMATIONSANGEBOT *NEU

Ab sofort erhalten Sie bei uns sämtliche Bausätze und Fertiggeräte der Firma THOMSEN. Großer Katalog mit 136 Seiten, ausführliche Beschreibung und Daten aller THOMSEN-Bausätze und Geräte sowie eine Fülle technischer Informationen, Aufbauvorschläge, Schaltbilder usw.
THOMSEN-Katalog DM 3,80 + 0,70 Porto. Prospekte "FUNK-BOUTIQUE" und "BAUSATZHEFT" je DM 1,– für Porto. Unser Gesamtkatalog einsch. FUNK-BOUTIQUE und BAUSATZHEFT DM 3,– + 0,70 Porto. INFORMATIONS-PAKET 1 mit Thomsen und SECUTRONIC-Katalog sowie Funk-Boutique und Bausatzheft zusammen DM 5,80 + 1,20 Porto. Dabei erhalten Sie einen Gutschein über DM 3,– zur Verrechnung mit Ihrer ersten Bestellung. **LINDY Elektronik-Handbuch DM 8,90.**

NEU FUNK-BOUTIQUE *NEU*

Stereo-Autoradio und Mobilfunkgerät in einem Gerät!
Stereo-Autoradio U 151, Frequenzbereich 88-104 MHz (FM) sowie 540-1605 kHz (AM), hohe Empfindlichkeit, Begrenzungseinsatz bei 8 uV, AFC u. AGC Ausgangsstg. 2x 4 W bei 10% Klirrfaktor.
Allgemein: 4 ICs, 27 Transistoren, 20 Dioden, 1 PLL-Modul, 4 Keramikfilter. Abmessungen (BxTxH): 180 x 180 x 55 mm, 1,9 kg, serienmäßig 2 versch. Frontblenden zum Einbau, 1 Aufsatz für Under-dash-Einbau.
Mobilstation PR-282/M 76, 12 Kanale voll betriebsbar, PLL-Schaltung, 500 mW, HF-Ausgangsstg., dyn. Handmikrofon, Oberwellen besser als FTZ-Richtlinie 2021, Doppelsuperhet, Empfindlichkeit besser 0,6 V, 10 dB S+N/N, NF-Ausgangsstg. 2x 4 W, Kontrollanzeige für relat. Sendefeldstg. u. Empfangsfeldstarke, schaltbarer Storbegrenzer, Rauschsperre, Klangblende, Balanceregler.
Einführungspreis nur . . . . DM 698,00

Preiswerte Mobilgeräte

WALTHAM WT 500 mit 6 Kanalen bequarzt - Testbericht in ELO 4/77 - Auszuge daraus in unserem Prospekt.
WT 506 . . . . . nur DM 339,00
Gleiches Gerät mit 12 Kanälen betriebsbereit
WT 512 S . . . . . nur DM 412,00

Bekannte Handfunkgeräte

Stabo Programm:
2 Handfunksprechgeräte Multifon T8, militarygrün, prima Gerät für den Anfang.
2 Stück Multifon T8 . . . . . EM 119,50

Aufwendigere Technik, 2-stufiger Sender, NF-Ausgangsleistung 0,125W
2 Stk. Multifon Super 8, orange DM 145,00

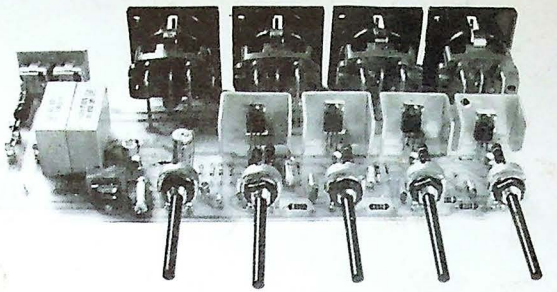
3-Kanal-Handfunksprechgerät, 1 Kanal bestückt, Leistungsangaben: Sendereingang 2 W, Senderausgang 0,5 W, abgestrahlt 100 mW, NF-Ausgang 140 mW, 2 ICs, 7 Transistoren.
Stratofon Delta . . . . . DM 169,50

3-Kanal-Handfunksprechgerät, davon 1 bestückt, Leistungsdaten wie oben, jedoch 1,5 W NF-Ausgangsleistung, 16 Transistoren, 13 Dioden, regelbare Rauschsperre und großer Bedienungskomfort bei hervorragender Leistung.
Stratofon P 3 . . . . . DM 229,00

Weitere Geräte in Vorbereitung. Umfangreiches Zubehör.

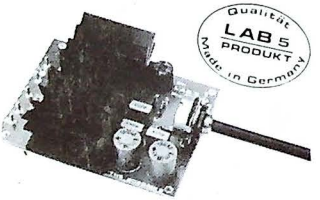
VOLT SECUTRONIC

THAT'S US MAN, THAT'S US!



LICHTMASCHINE
unser Spitzenrenner aus PE Heft 3. Nun auch als Bausatz bzw. als funktionsgeprüfter und anschlussfertiger Baustein lieferbar.
Beschreibung:
Hochwertige 4 Kanallichtorgel in moderner Technik, 3 frequenzgesteuerte Kanäle, 1 Pausenkanal. Durch 10 Siliziumtransistoren hervorragende Trennung und hohe Eingangsempfindlichkeit. Jetzt mit 6 Ampere Triac (1 200 W/kanal) auf großen Spezialkuhlkorpern. Bausatz mit 5 Potentiometern (6 mm Achse) 4 Spezialschukdosen (16 A) für Printmontage, 2 Lautsprecherbuchsen . . . . . **59,80 DM**
dto ohne Poti und ohne Steckdosen . . . . **39,80 DM**
Baustein wie abgebildet, geprüft und anschlussfertig **69,80 DM**
Fertiggerat im Gehäuse (PE Heft 3) . . . . **148,00 DM**

ACHTUNG: Kein Billigprodukt sondern QUALITÄT aus DEUTSCHEN LANDEN !!!!!!!!!



UNSER RIESENERFOLG seit PE Heft 4

THE 2020 MK-II
Der HI-FI Verstarker Bausatz, unubertroffen in Preis, Leistung und Qualitat.
Mit SGS ATES IC TDA-2020, kurzschlußfest, übersteuerungssicher, echte Hi-Fi Leistung im DIL-14 Gehause. Klirr 0,1% bei 30 Watt.

Musikleistung:	36 W
Sinus:	22 W
Spannung:	2 x 18 V 2 x 1,5 A
Bausatz ohne Poti	**29,80**
Baustein ohne Poti	**34,60**
IC TDA 2020 einzeln	**12,80**
Platine mit Plan einzeln	**3,90**
Kuhlkorper einzeln	**3,90**

Alle Preise sind unverbindlich empfohlene Verkaufspreise incl. ges. MwSt.

Versand per NN, zuzgl. Vers. Kosten, keine Verp. Kosten. Prospekte kostenlos. Fachhandel fordert Angebot über Gesamtprogramm.

RH Electronic E. Hack
Inhaber: Eva Späth
ENTWICKLUNG & VERTRIEB ELEKTRONISCHER GERÄTE & BAUGRUPPEN
OBERER GRABEN 47
D 89 AUGSBURG
TF 0821 – 514177
TX 53865